



Aalto-yliopisto
Insinöörیتieteiden
korkeakoulu

Anniina Valaja

Raitiotien vaikutus asuntojen hintoihin Tampereella

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 19.11.2018

Valvoja: Professori Heidi Falkenbach

Ohjaaja: Diplomi-insinööri Olli-Pekka Mustonen

Tekijä Anniina Valaja

Työn nimi Raitiotien vaikutus asuntojen hintoihin Tampereella

Maisteriohjelma Real Estate Economics

Koodi REC

Työn valvoja Heidi Falkenbach

Työn ohjaaja Olli-Pekka Mustonen

Päivämäärä 19.11.2018

Sivumäärä 69 + 11

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Kaupungistuminen on yksi merkittävimpiä yhteiskunnallisia ilmiöitä ja yhä suurempi osuus ihmisistä asuu kaupungeissa. Urbanisaatio ja muuttovirrat luovat tarpeita uusille palveluille ja liikennejärjestelmille. Tampere on Suomen merkittävimpiä kasvukeskuksia, jossa väestömäärä ja palvelujen tarve tulee muuttumaan merkittävästi seuraavien vuosikymmenten aikana. Tampereen kaupunki on varautunut tulevaan väestönkasvuun ja investoinut infrastruktuurin kehitykseen. Vuonna 2016 päätettiin Tampereen ensimmäisen raitiotien rakentamisesta, jonka liikennöinti alkaa suunnitelmien mukaan vuonna 2021 välillä Pyynikintori-Hervanta-Tampereen Yliopistollinen sairaala.

Sujuva ja toimiva julkinen liikenne ja yhteydet ovat tärkeitä kaupunkialueilla, mikä lisää liikenneyhteyksien lähellä sijaitsevien asuntojen kysyntää ja hintaa. Liikennehankkeiden rooli asuntojen hintaan on kiinnostava tutkimuskohde, sillä asunnot kattavat huomattavan osan kotitalouksien varallisuudesta. Lisäksi kiinteistöihin sijoittaminen ja asunnon omistaminen on Suomessa tavallista.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan tulevan raitiotien vaikutusta Tampereen kerrostaloasuntojen hintoihin. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, onko raitiotiepysäkkien lähellä sijaitsevilla asunnoilla preemiota.

Tutkimusmenetelmänä käytetään pienimmän neliösumman menetelmällä (PNS) ratkaistua hedonista regressioanalyysia. Tutkimusaineistona käytetään Kiinteistönvälitysalan Keskusliitto ry:n *Hintaseurantapalvelun* tietoja Tampereella toteutuneista kerrostaloasuntojen kaupoista. Tässä työssä keskitytään tutkimaan Tampereen raitiotiehankkeen vaikutusta alueen asuntojen hintoihin vuosina 2015–2018, eli ennen raideliikennöinnin alkamista. Tutkimuksen keskeinen havainto on, että 800 metrin säteellä raitiotiepysäkeistä sijaitsevat kerrostaloasunnot ovat 2,8 % kalliimpia.

Avainsanat asuntojen hinnat, regressioanalyysi, raitioliikenne

Author Anniina Valaja		
Title of thesis Impact of the tramline on housing prices in Tampere		
Master programme Real Estate Economics		Code REC
Thesis supervisor Heidi Falkenbach		
Thesis advisor Olli-Pekka Mustonen		
Date 19.11.2018	Number of pages 69 + 11	Language Finnish

Abstract

Urbanization is one of the most significant social phenomena and an increasing proportion of people live in cities. Urbanization and migration create needs for new services and transport systems. Tampere is one of Finland's most important growth centers, where the population and the need for services will change significantly over the next few decades. The city of Tampere has prepared for future population growth and has invested in infrastructure development. In 2016, it was decided to build the first tramway to Tampere. The operation of the route is scheduled to start in 2021 between Pyyrikintori-Hervanta-Tampere University Hospital.

Smooth and functional public transport and connections are important in urban areas, which increase the demand and the prices of housing near the transport links. The role of transport projects in housing prices is an interesting subject for research, since the housing covers a substantial part of the wealth of households. In addition, investing in real estate and housing ownership is common in Finland.

This study examines the impact of future tramway on the prices of apartment buildings in Tampere. The aim of the study is to find out whether there is a price premium for the apartments in the vicinity of the new tramway.

The research method of the study is hedonic ordinary least squares (OLS) regression. The research data is collected from the apartment price tracking service *Hintaseurantapalvelu*, which is operated by The Central Federation of Finnish Real Estate Agencies. This study focuses on examining the impact of the Tampere tramway on housing prices in the region between 2015–2018, i.e. before the operation of the route. The main finding of the research is, that within 800 meters of the tramway stops apartments are 2.8% more expensive.

Keywords apartment prices, regression analysis, tramline

Alkusanat

Suomen kiinteistömarkkinat elävät tällä hetkellä historiallisen aktiivista aikaa ja kuluva vuosi on edustanut edellisvuosien tavoin rakennustuotannon ja kiinteistösijoittamisen kulta-aikaa. Diplomityöni aihe syntyi kiinnostuksesta Tampereen massiivisia kehityssuunnitelmia kohtaan, joilla varaudutaan kaupungin merkittävään väestönkasvuun tulevina vuosikymmeninä.

Yksi kaupungin suurimmista hankkeista on uusi raitiotie, joka on koko Tamperetta muokkaava ja kaupungin kehitystä ohjaava projekti. Raitiotiehankkeen vaikutus asuntojen hintoihin on ollut kiinnostava tutkimuskohde ja on jännittävä seurata, miten raitiotie tulee vaikuttamaan kaupungin ja Tampereen asuntomarkkinoiden kehitykseen etenkin liikennöinnin aloittamisen jälkeen.

Suuri kiitos diplomityöstä ja sen valmistumisesta kuuluu ohjaajalleni Olli-Pekka Mustoselle, jonka ideat, neuvot ja opetukset auttoivat merkittävästi diplomityön toteutuksessa. Haluan kiittää myös Aalto-yliopistoa ja kaikkia opiskeluaikanani minua opettaneita henkilöitä upeista opiskeluvuosista ja hyvistä opeista. Kiitos myös CBRE:lle tuesta ja mahdollisuudesta tehdä diplomityötä töideni ohessa.

Kiitos perheelleni ja muille läheisilleni, jotka olette tukeneet minua tämän opettavaisen, mutta myös haastavan projektin keskellä.

Varkaus 9.11.2018.

Anniina Valaja
Anniina Valaja

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Sisällysluettelo	5
Lyhenteet	6
1 Johdanto	7
1.1 Tutkimuksen tausta	7
1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimusongelma	9
1.3 Tutkimuskysymykset	9
1.4 Työn rajaus	9
1.5 Tutkimusmenetelmä ja aineisto	10
1.6 Työn rakenne	11
2 Teoreettinen tausta ja aiemman tiedon kuvaus	12
2.1 Asuntomarkkinoiden merkitys kansantaloudessa	12
2.2 Asunto hyödykkeenä	13
2.3 Asunnon hinnan muodostuminen	14
2.4 Hintateoriat	17
2.5 Liikennehankkeiden vaikutus asuntojen hintoihin	18
2.6 Aiemmat tutkimukset	21
2.6.1 Tutkimukset Suomessa	23
2.6.2 Tutkimukset ulkomailla	25
2.6.3 Tutkimusten yhteenveto	27
3 Metodologia ja aineisto	27
3.1 Tampereen raitiotiehanke	27
3.2 Tampereen kiinteistömarkkina	31
3.3 Tutkimusmetodi	32
3.4 Muuttujien valinta	36
3.5 Aineisto	37
3.6 Aineiston esittely	40
3.7 Tilastollinen malli	43
4 Tutkimuksen tulokset	47
4.1 Tulokset	47
4.2 Tulosten tulkinta	49
4.3 Mallin arviointi	60
5 Johtopäätökset	64
5.1 Yhteenveto työn tuloksista	64
5.2 Loppupäätelmä	66
Lähdeluettelo	

Lyhenteet

BLUE	Best linear unbiased estimator
DID	Difference-in-differences
HSP	Hintaseurantapalvelu
KVKL	Kiinteistönvälitysalan Keskusliitto
OLS	Ordinary least squares (suom. PNS)
PNS	Pienimmän neliösumman menetelmä (eng. OLS)
VIF	Variance inflation factor

1 Johdanto

Diplomityön ensimmäisessä luvussa esitellään tutkimuksen tausta, tavoitteet, tutkimusongelma, tutkimuskysymykset, tutkimusmenetelmä ja aineisto, sekä kuvataan työn rakenne ja rajaus. Johdanto-osio tuo esiin tutkimuksen merkityksen, ajankohtaisuuden sekä tärkeyden yhteiskunnalle ja etenkin asuntomarkkinoista kiinnostuneille sidosryhmille.

1.1 Tutkimuksen tausta

Työmarkkinat, opiskelumahdollisuudet ja palvelut houkuttelevat ihmisiä kaupunkeihin. Kaupungistuminen on yksi merkittävimpiä yhteiskunnallisia ilmiöitä ja vuosi vuodelta yhä suurempi osuus ihmisistä asuu kaupungeissa, joissa tuotetaan kasvava osuus tavaroista ja palveluista (Laakso & Loikkanen 2004, 11). Kaupungistuminen ja muuttovirrat luovat tarpeita uusille palveluille ja liikennejärjestelmille. Pitkällä aikavälillä liikenteen ja liikennepalveluiden kehittämisellä on erittäin suuri vaikutus talouteen, mikä tekee liikennehankkeista houkuttelevia ja tarpeellisia investointeja kaupungeille (Laakso et al. 2016a, 20). Liikenneinvestointien uskotaan tuovan kaupunkeihin monia etuja mm. liikkuvuuteen, talouteen, ympäristöön ja kansanterveyteen (Mohammad et al. 2013). Kaupunkialueen sisäisen liikennejärjestelmän toimivuus on tärkeää kaupunkialueen kilpailukyvyille ja houkuttelevuudelle (Laakso & Loikkanen 2004, 301).

Liikenteen infrastruktuurihankkeet muokkaavat ja tukevat kaupunkikehitystä (Efthymiou & Antoniou 2013). Liikennehankkeiden ja asuntojen hintojen välisen yhteyden tutkiminen on kaupungistumisen ja uusien liikenneinfrastruktuuri-investointien myötä ajankohtaista, sillä infrastruktuurihankkeilla on suuria vaikutuksia paikallisiin kiinteistömarkkinoihin (Dubé et al. 2013, 49). Liikenteen infrastruktuurin muutokset vaikuttavat saavutettavuuteen, jonka parantuessa asuntojen hintojen odotetaan kasvavan (Andersson et al. 2015, 26). Sujuva ja toimiva julkinen liikenne ja yhteydet ovat tärkeitä kaupunkialueilla, mikä lisää liikenneyhteyksien lähellä sijaitsevien asuntojen kysyntää ja hintaa. Asuntojen kysyntä on suurta kasvukeskuksissa, mikä houkuttelee kotimaisia, mutta myös kansainvälisiä sijoittajia Suomen kiinteistömarkkinoille.

Liikennehankkeiden rooli asuntojen hintaan on kiinnostava tutkimuskohde, sillä asunnot kattavat huomattavan osan kotitalouksien varallisuudesta (Oikarinen 2011, 128). Kiinteistösijoittaminen ja etenkin omistusasunnon hankinta on tavallista myös normaalille kuluttajalle, mikä tekee tästä tutkimuksesta kiinnostavan ja merkityksellisen monille sijoittajille, jotka haluavat investoida asuinkiinteistöihin. Liikennehankkeiden ja asuntojen hintojen välisen korrelaation tutkiminen tuottaa arvokasta tietoa kiinteistömarkkinoilla toimiville sidosryhmille, kuten kiinteistösijoittajille, arvioitsijoille ja omistajille. Liikennehankkeiden mahdollinen kapitalisoituminen asuntojen hintoihin ja ilmiön tutkiminen on ajankohtaista etenkin suunnittelijoille, kiinteistöalan ammattilaisille ja ekonomisteille (Becker et al. 2013, 5). Liikennepolitiikan vaikutusten täsmällisempään ennustamiseen on nähty selkeää tarvetta, mikä on lisännyt kiinnostusta integroitujen maankäyttö- ja liikennemallien kehittämiseen ja soveltamiseen useissa kaupungeissa (Efthymiou & Antoniou 2013). Asuntojen hintojen ja liikennehankkeiden välisen tutkimuksen tulokset voivat auttaa mm. kasvukeskusten liikennesuunnittelussa, aluekehityksessä ja sijoittajien päätöksissä.

Suomessa ei ole julkista tietokantaa asuntojen kauppahinnoista, mikä luo haasteita asutosijoittajille, ostajille, myyjille ja muille kiinteistöalan sidosryhmille. Suurin asuntokauppoja sisältävä data löytyy Kiinteistönvälitysalan Keskusliitto ry:n pitämästä internetpohjaisesta

Hintaseurantapalvelusta, jossa on listattuna lähes kaikki Suomessa kiinteistönvälittäjien kautta tehdyt asuntokaupat vuodesta 1998. Kyseinen data on kuitenkin avoin ainoastaan kiinteistöalalla toimiville yrityksille. Koska asuntokauppadatan saanti on rajoitettua ja analysointi osin työlästä, antaa tämä tutkimus merkittävää tietoa asuntojen hintakehityksestä Tampereen liikennehankealueella.

Liikennehankkeiden rooli ja vaikuttavuus on ajankohtainen ja kiinnostava aihe, sillä kyseiset hankkeet ovat merkittäviä ja kalliita investointeja, joilla on laajoja taloudellisia, ympäristöllisiä ja sosiaalisia vaikutuksia. Liikenneinvestointien taloudelliset vaikutukset ulottuvat huomattavasti laajemmalle kuin liikenteen käyttäjä- ja tuottajahyötyihin. Niiden positiivisia taloudellisia vaikutuksia kohdealueella ovat mm. yksityisten investointien vauhdittaminen, työllisyyden lisääminen ja talouskasvun edistäminen. Lisäksi laajempia taloudellisia vaikutuksia voi ilmetä mm. yritysten tuottavuudessa, työmarkkinoilla, hyödykemarkkinoilla sekä maa- ja asuntomarkkinoilla. (Laakso et al. 2016b, 427–429).

Liikennehankkeiden vaikutusta asuntojen hintoihin on tutkittu Suomessa ja maailmanlaajuisesti useissa tutkimuksissa, mutta niiden tulokset ovat olleet hyvin poikkeavia. Tutkimuksissa on löydetty niin negatiivista kuin positiivista riippuvuutta, sekä täyttä riippumattomuutta liikennehankkeen ja asuntojen hintojen välillä. Tutkimustulosten yleistäminen on vaikeaa, sillä tutkimuksissa käytetään eri menetelmiä ja malleja. Lisäksi hankkeiden vaikutukset kiinteistöjen arvoihin voivat vaihdella riippuen teknologiasta, kehitysvaiheista, asuntomarkkinoista ja maankäyttöominaisuuksista (Zhong & Li 2016). Liikennehankeprojektit vaikuttavat olevan suhteellisen riippuvaisia niiden ympäristöstä, eikä laajamittaisia yleistyksiä voi tehdä projektien tai maiden välillä (Banister & Thurstain-Goodwin 2011, 216). Tämän vuoksi tämän yksittäisen liikennehankkeen, Tampereen raitiotiehanke, tutkimiselle on selkeä tarve.

Suomessa liikennehankkeiden vaikutuksia asuntojen hintoihin on tutkittu lähes ainoastaan Helsingissä ja tehdyt tutkimukset ovat keskittyneet pääasiassa laajamittaisiin rautatie- ja metrohankkeisiin. Yleisesti tutkimusten keskeinen tulos on, että kaupunkialueen sisäinen liikenteellinen saavutettavuus vaikuttaa erittäin voimakkaasti sekä suoraan että välillisesti asuntojen ja tonttimaan hintatasoon (Laakso et al. 2016b, 440). Tutkimuksissa on kuitenkin esiintynyt myös hyvin poikkeavia ja ristiriitaisia tuloksia. Tulokset ovat vaihdelleet suuresti mm. Länsimetron tapauksessa, vaikka tutkimuskohde on ollut sama.

Raitioliikenteen vaikutusta asuntojen hintoihin ei ole tutkittu Suomessa lainkaan, mikä tekee tästä tutkimuksesta hyödyllisen, sillä raitioliikenteellä voi olla erilainen vaikutus asuntojen hintoihin kuin muilla joukkoliikennehankkeilla, kuten metrolla tai lähijunalla. Lisäksi liikennehankkeet ovat hyvin riippuvaisia ympäristöstään, minkä vuoksi yksittäisen liikennehankkeen erillinen tutkiminen on tärkeää. Myös Tampere on tutkimuskohteena kiinnostava, sillä kaupunkikehitys, muuttoliike ja väestö ovat erilaisia kuin Helsingin alueella.

Tampereen raitiotie on ollut suunnitteilla jo 2000-luvun alkupuolelta lähtien. Vuonna 2011 suunnitelmat alkoivat edetä huomattavasti ja raitiotien rakentamisesta päätettiin vuoden 2016 lopulla. Raitiotietöiden rakentaminen aloitettiin vuoden 2017 alussa ja liikennöinnin odotetaan alkavan vuonna 2021. Tässä työssä keskitytään tutkimaan Tampereen raitiotiehankealueen vaikutusta alueen asuntojen hintoihin vuosina 2015–2018, eli ennen liikennöinnin alkamista.

1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimusongelma

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, onko raitiotien läheisyydellä vaikutusta asuntojen hintoihin Tampereella. Tutkimus pyrkii selvittämään raitiotiehankkeen hintavaikutuksen raitiotiepysäkkien vaikutusalueella olevissa asunnoissa.

Työn tutkimusongelma on, kuinka paljon Tampereen tuleva raitiotie vaikuttaa raitiotiepysäkkien läheisyydessä sijaitsevien asuntojen hintoihin. Tutkimusongelmaan liittyviä aikaisempia tutkimuksia ei ole tehty, mikä mahdollistaa uuden tiedon tuottamisen Suomen asuntomarkkinoille ja tekee tutkimuksesta hyödyllisen ja tarpeellisen. Tutkimusongelmaa lähdetään ratkaisemaan analysoimalla pysäkkien lähellä olevien asuntojen hintakehitystä, ottaen huomioon raitiotiehankkeen rooli. Tutkimuksessa pyritään saamaan selville raitiotiestä johtuva itsenäinen vaikutus asuntojen hintoihin, erottamalla hintavaikutuksesta muut asuntojen hintoihin vaikuttavat hintatekijät.

Tutkimustulosten avulla saadaan tarkempaa tietoa liikennehankkeiden vaikutuksesta asuntojen hintoihin. Tavoitteena on, että kiinteistösijoittajat, kaupungit ja muut alalla toimivat sidosryhmät saavat tutkimuksesta hyötyä mm. sijoituspäätöksiin, kiinteistön arviointiin ja rakennushankkeisiin. Asuntosijoittamisen tavanomaisuuden ja kiinteistöjen merkittävän yhteiskunnallisen roolin vuoksi tutkimukselle on selkeä tarve.

Diplomityön tavoitteiden saavuttamiseksi on ensin tutkittava perusteellisesti teoriaa liikennehankkeiden vaikutuksesta, arvonmuodostuksesta ja hintatekijöistä, sekä niiden roolista asunnon hintaan. Tämän jälkeen voidaan analysoida kauppahinta-aineiston ja hedonisen regressiomallin avulla raitiotiehankkeen vaikutusta asuntojen hintoihin hyödyntämällä löydettyä informaatiota. Tietolähteitä käytetään tutkimuksessa tukemaan empiirisessä osassa löydettyjä tuloksia.

1.3 Tutkimuskysymykset

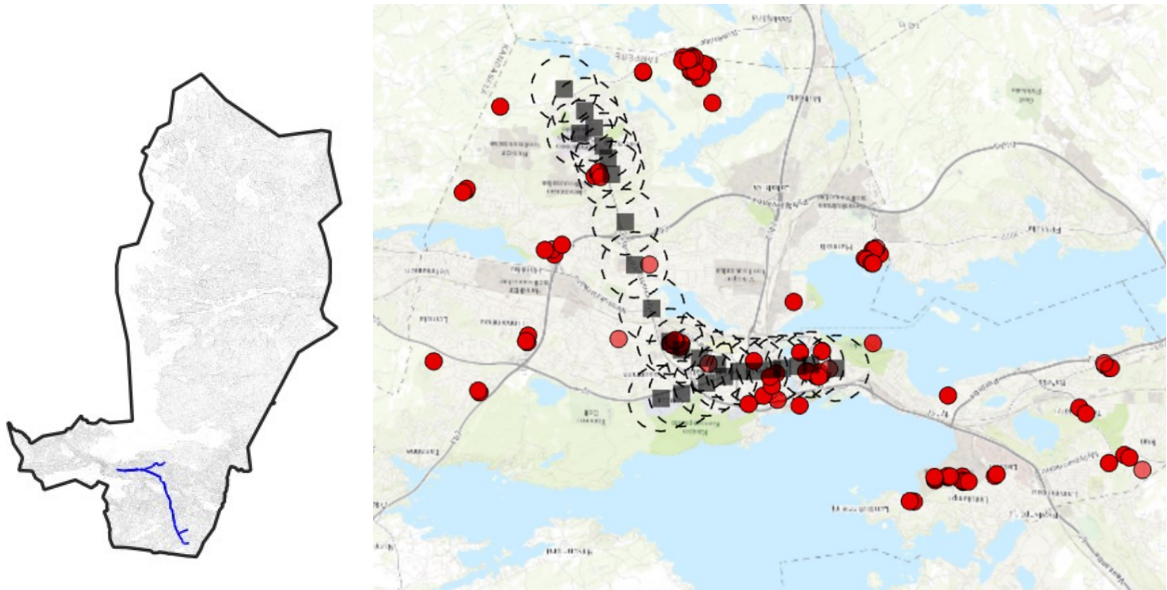
Tutkimusongelmaan haetaan ratkaisua seuraavien tutkimuskysymysten kautta, joiden avulla selvitetään raitiotiehankkeen vaikutus asuntojen hintakehityksessä.

- Miten raitiotie vaikuttaa Tampereen raitiotiepysäkkien vaikutusalueella olevien asuntojen hintoihin?
- Onko raitiotien lähellä sijaitsevien asuntojen hinnoissa preemiota?
- Kuinka suuri raitiotiehankkeen vaikutus on asuntojen hintoihin ja onko vaikutus positiivinen vai negatiivinen?

Diplomityö vastaa tutkimuskysymyksiin aiheeseen liittyvän teorian ja tutkimusaineiston analysoinnin avulla. Tutkimuskysymysten kautta pyritään saamaan selville raitiotiehankkeen vaikutus ja rooli asuntojen hintoihin.

1.4 Työn rajaus

Työ rajataan koskemaan Tampereen alueen kerrostalojen asuntokauppoja. Tutkimuskohteenä on raitiotiepysäkkien läheisyydessä olevat asunnot, joiden hintakehitystä verrataan vaikutusalueen ulkopuolella olevien asuntojen hintoihin. Ajallisesti työ rajataan vuosiin 2015–2018. Tutkimusalueen karttakuva ja raitiolinjan sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 ja 2. Tutkimusalue ja raitiotiepysäkkien vaikutusalueet (Kuva 1: Tampereen Karttapalvelu Oskari 2018).

Tutkimuksen teoriaosuus keskittyy esittelemään aiheeseen liittyvät tärkeimmät teoriat, hyödyntäen etenkin uudempaa 2000-luvulla julkaistua teoriaa ja tutkimusta. Teoriaosa rajoittuu liikennehankkeiden hintavaikutusta koskeviin tutkimuksiin, eikä tutki liikennehankkeiden laajempia vaikutuksia.

Empiirisen osan tutkimusaineisto rajataan Kiinteistönvälitysalan Keskusliitto ry:n Hintaseurantapalvelusta saatuun dataan, joka on paras saatavilla oleva aineisto. Lisäksi työ rajataan koskemaan ainoastaan kerrostaloasuntoja, joissa asuu 62 % tamperelaisista (PTT 2017). Kauppahinta-aineistosta otetaan mukaan tutkimukseen ainoastaan kaupungit, joissa data on riittävää ja luotettavaa.

Empiirisen osan tutkimusalueena käytetään 800 metrin säteisiä alueita raitiotielinjan pysäkeistä, niin kutsuttuja *buffereita*, Raitiotiepysäkkien vaikutusalueet on esitetty kuvassa 2. Buffereiden sisällä olevien asuntojen kauppahintojen muutosta vertaillaan alueen ulkopuolella olevien asuntojen kauppahintoihin. Työn tavoitteena on löytää raitiotiehankkeesta johtuva hintavaikutus edellä mainituilta tutkimusalueilta.

1.5 Tutkimusmenetelmä ja aineisto

Tutkimus koostuu kirjallisuuskatsauksesta ja empiirisestä osiosta. Kirjallisuuskatsaus esittelee liikennehankkeiden taloudellisiin vaikutuksiin, asuntojen hinnanmuodostukseen ja hintateorioihin liittyvän teoreettisen taustan. Kirjallisuuskatsauksen pääasiallisia lähteitä ovat aiheeseen liittyvät teoriat, kirjallisuus ja julkaisut. Lisäksi tässä osassa tutustutaan aiempiin kotimaisiin ja ulkomaisiin liikennehankkeiden vaikutusta tutkiviin töihin ja niiden tuloksiin.

Työn empiirinen osa on toteutettu kvantitatiivisella tutkimuksella, jossa selvitetään raitiotieliikenteen hintavaikutus asuntojen arvoon toteutuneiden kiinteistökauppojen analysoinnin avulla. Tutkimusmenetelmänä käytetään hedonista regressioanalyysia perustuen pienimmän neliösumman menetelmään (PNS; eng. Ordinary least squares, OLS). Tutkimusaineistona hyödynnetään Kiinteistönvälitysalan keskusliitto ry:n ylläpitämää Hintaseuranta-

palvelua, joka sisältää tietoa toteutuneista asuntokaupoista. Hintaseurantapalvelusta haetaan kiinteistökauppa-aineisto vuosilta 2015–2018, minkä avulla rakennetaan tutkimuksessa käytetty tilastollinen malli. Työn empiirinen osa esittelee regressioanalyysin havainnot ja tulokset. Tutkimusmenetelmän yksityiskohtainen kuvaus löytyy diplomityön kappaleesta 3.

1.6 Työn rakenne

Työ koostuu viidestä osasta:

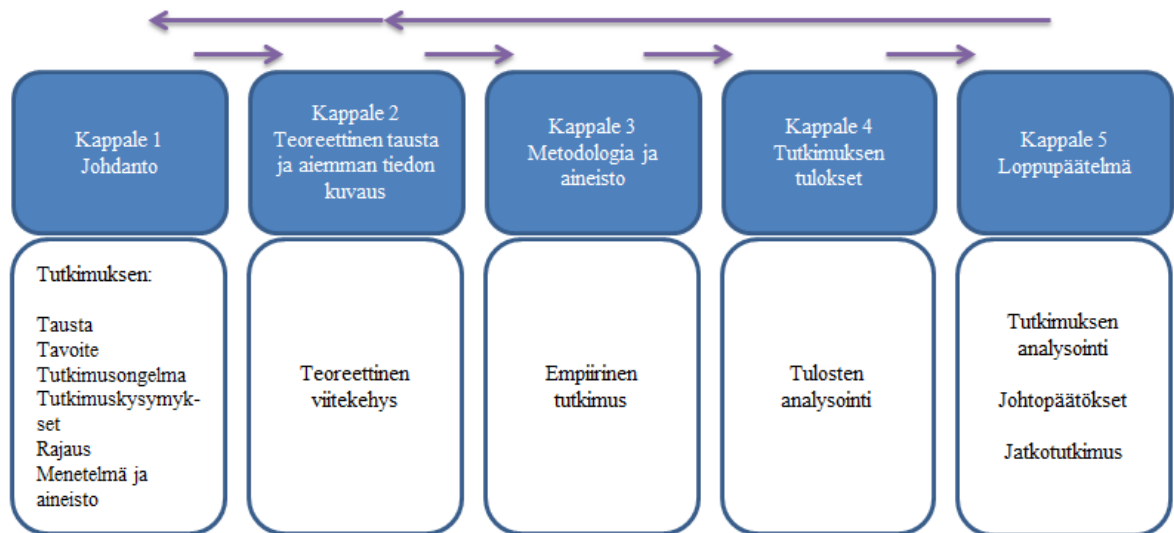
- 1) Johdanto
- 2) Teoreettinen tausta ja aiemman tiedon kuvaus
- 3) Metodologia ja aineisto
- 4) Tutkimuksen tulokset
- 5) Johtopäätökset

Johdannossa esitellään diplomityön aihe, tutkimuksen tausta, tavoitteet, tutkimusongelma, tutkimuskysymykset, tutkimusmenetelmä ja aineisto, sekä kuvataan työn rakenne ja rajaus. Johdanto esittää tutkimuksen kokonaiskuvan ja perehdyttää lukijan tutkimusaiheeseen, sekä tuo esille tutkimuksen hyödyllisyyden ja merkityksen.

Tutkimuksen teoriaosa tutustuttaa lukijan asuntoihin hyödykkeenä ja esittää asuntojen hinnanmuodostuksen tärkeimmät teoriat. Työn teoreettinen viitekehys muodostuu tutkimuksen aiheeseen pohjautuvasta kirjallisuudesta, tutkimuksista ja teorioista.

Työn empiirinen osa on jaettu kahteen osaan, kappaleisiin 3 ja 4. Kappaleessa 3 tutustutaan työn metodologiaan ja aineistoon. Kyseinen kappale esittelee Tampereen raitiotiehankkeen ja tutustuttaa lukijan lyhyesti Tampereen kiinteistömarkkinoihin. Lisäksi kappale esittelee työn tutkimusmetodin ja määrittelee mitä muuttujia rakennettavaan tilastolliseen malliin tarvitaan, jotta saadaan tutkittua raitiotiehankkeen vaikutusta asuntojen hintoihin. Lopuksi kappale esittelee tutkimuksessa käytetyn aineiston ja tilastollisen mallin. Kappale 4 sisältää tutkimuksen tulosten esittelyn ja analysoinnin. Lisäksi kappaleessa arvioidaan mallin toimivuutta ja esitellään sen vahvuudet ja puutteet.

Diplomityön 5 kappale esittelee tutkimuksen yhteenvedon ja työn tärkeimmät löydökset. Kappaleessa arvioidaan tutkimuksen onnistuminen, laatu ja luotettavuus, sekä jatkotutkimuksen tarve. Tutkimuksen eteneminen on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Tutkimuksen eteneminen

2 Teoreettinen tausta ja aiemman tiedon kuvaus

Tutkimuksen teoriaosa tutustuttaa lukijan asuntomarkkinoiden kansantaloudelliseen merkitykseen ja esittelee asunnon hyödykkeenä. Teoriaosa selvittää, mistä eri tekijöistä asunnon hinta muodostuu ja miten ne vaikuttavat asunnon hintaan. Lisäksi kappaleessa käsitellään asuntojen hintateorioita ja tarkastellaan liikennehankkeiden vaikutusta asuntojen hintoihin. Teoriaosan lopuksi esitellään aiemmin julkaistuja kotimaisia ja kansainvälisiä tutkimuksia, jotka ovat tarkastelleet liikennehankkeiden ja asuntojen hintojen välistä yhteyttä.

2.1 Asuntomarkkinoiden merkitys kansantaloudessa

Asuntomarkkinoilla ja niiden aktiivisuudella on merkittävä vaikutus asuntojen hintoihin, sillä asuntojen osto, myynti ja vuokraus tapahtuvat asuntomarkkinoilla. Markkinataloudessa asuntojen hinnat seuraavat kysyntää, joka muodostuu monista eri tekijöistä. Asunnon hinnan muodostuminen on esitelty kappaleessa 2.3. Asuntomarkkinoiden toiminnan ymmärtäminen kokonaisuudessaan on tärkeää, jotta pystytään analysoimaan voiko myös rai-
tiotiehankkeella olla vaikutusta asuntomarkkinoihin ja näin ollen asuntojen hintoihin.

Rakennettu ympäristö muodostaa yli 70 % Suomen kansallisvarallisuudesta ja rakennusinvestoinnit vastaavat 66 % kansantaloutemme vuosittaisista kiinteistä investoinneista (Rakli 2014, 2). Asuntomarkkinat ovat merkittävässä roolissa talouspolitiikassa ja kiinnostus asuntomarkkinoiden kansantaloudellisia vaikutuksia kohtaan on kasvanut voimakkaasti (Oikarinen 2011, 143–145). Asuntokanta on huomattava osa kansantalouden kokonaisvarallisuutta ja selkeä enemmistö rakennuskannasta onkin asuinrakennuksia. Kotitalouksien omistuksessa olevan asuntokannan on arvioitu edustavan noin 130–330 prosenttia bruttokansantuotteesta Euroopan suurimmissa talouksissa, mikä tekee asunnoista merkittävän kohteen myös makrotaloudessa. (Oikarinen 2011, 128).

Asuntomarkkinat ovat sidoksissa pääomamarkkinoihin ja makrotalouden kehitykseen, sillä asunnon hankkiminen edellyttää usein velkarahoitusta. Makrotaloudellinen kehitys heijastuu asuntomarkkinoilla esimerkiksi asuntokysynnän muutosten muodossa. Asuntomarkkinoiden kehitys voi vaikuttaa makrotalouden kehitykseen erilaisilla mekanismeilla, kuten asunto-omaisuuden arvonnousun aiheuttaman vaurastumisen kautta. Kasvava kysyntä ja

asuntotarjonnan joustamattomuudesta johtuva asuntokustannusten nousu rajoittaa muiden tuotteiden ja palveluiden kulutusta, sillä asuntokustannuksiin menevä raha on pois muista kulutusmahdollisuuksista. Toisaalta, varallisuusvaikutus, joka on seurausta velattoman omistusasunnon arvonnoususta, voi johtaa myös kysynnän lisääntymiseen. (Lönnqvist 2015, 27–28).

Asuntotarjonnan joustamattomuus heijastuu myös työmarkkinoiden toimivuuteen hidastuen rakennemuutosta, jonka vaikutukset välittyvät kansantaloudelle. Suomessa lukuisia suoria ja epäsuoria sosiaalituen muotoja ohjataan asumiseen. Nämä tuet vaikuttavat asuntotutannon valintaan, asuntojen sijaintipäätöksiin, asuntojen kulutuksen määrään sekä asunnon kunnon ylläpitoon ja voivat heijastua kaupunkirakenteeseen. Avustusten tasapainottamiseksi asuntoihin sovelletaan erilaisia veroja, kuten omaisuuden verotusta ja luovutusveroa, jotka vaikuttavat myös asunnon omistajan tai vuokralaisen käyttäytymiseen. (Lönnqvist 2015, 27–28).

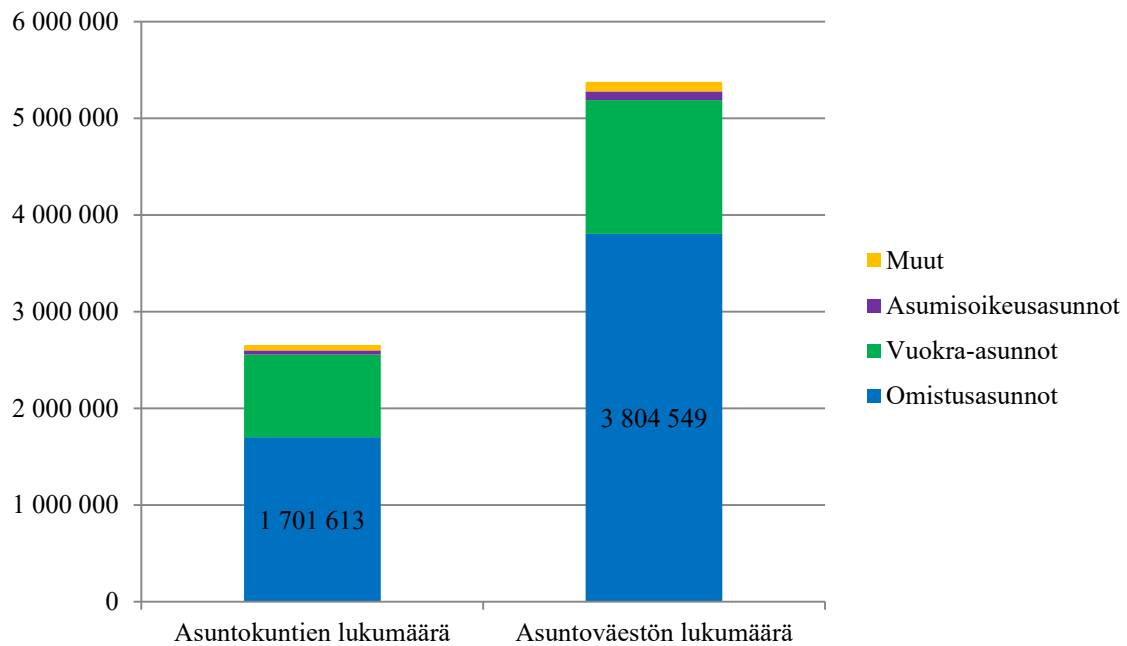
Kiinteistösjoiittajien merkitys asuntomarkkinoilla on yhteiskunnalle tärkeä, sillä sijoittajat rakentavat yhteiskuntaa rahoittamalla uuden asuntokannan rakentamista myös tilanteissa, joissa pääomien saatavuus muista lähteistä voi olla vaikeaa. Suuret ammattimaiset toimijat myös huoltavat ja kehittävät kiinteistöjään systemaattisesti, ylläpitäen kansallisvarallisuuden arvoa. Lisäksi suuret sijoittajat, kuten eläkeyhtiöt, voivat lisätä kotimaisten pääomamarkkinoiden vakautta ja tasata esimerkiksi suhdannevaihteluja. (Rakli 2014, 40).

Muiden merkittävien yhteiskunnallisten vaikutusten ohella kiinteistöala on myös merkittävä veronmaksaja. Rakentamisen kustannuksista n. 40 % on veroja tai veronluonteisia maksuja. Lisäksi kiinteistöalalla on monia sosiaalisia ja ympäristövaikutuksia. (Rakli 2014, 42).

2.2 Asunto hyödykkeenä

Asunto on epätavallinen hyödyke, sillä se on ominaisuuksiltaan heterogeeninen, harvinaisen pitkäikäinen ja liikkumaton (Kiel & Zabel 2007, 175). Asunto on myös poikkeuksellisen kallis hyödyke, joka koostuu useista rakenteellisista, määrällisistä ja laadullisista ominaisuuksista. Asuntojen varustelutaso ja rakennusmateriaalit voivat olla täysin erilaisia, mikä vaikuttaa merkittävästi asunnon arvoon. Jokainen kotitalous kiinnittää huomiota asunnon valinnassa omiin tarpeisiin ja resursseihin.

Asunnot kattavat huomattavan osan kotitalouksien varallisuudesta. Keskikokoisen asunnon markkinahinta Suomessa on noin nelinkertainen keskiverto kotitalouden käytettävissä olevaan vuosituloon verrattuna (Laakso & Loikkanen 2004, 251). Suomessa omistusasunnon hankinta on yleistä ja noin kolme neljäsosaa suomalaisista asuu omistusasunnossa (Suomen virallinen tilasto 2017). Asuntokuntien ja asuntoväestön lukumäärä hallintaperusteen mukaan on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Asuntokuntien ja asuntoväestön lukumäärä hallintaperusteen mukaan vuonna 2016 (Tilastokeskus 2017).

Omistusasunto on sekä investointi, säästö, että kulutushyödyke ja usein kotitalouden tärkein omaisuus (Lönnqvist 2015, 27). Asumiskulut ovat merkittävässä roolissa kotitalouksien kokonaiskulutuksessa ja asuntojen hinnat vaikuttavat suuresti myös kotitalouksien muuhun kulutukseen (Oikarinen 2011, 128). Asumismenot vievät runsaan neljänneksen kotitalouksien kaikista menoista (Ahlqvist 2014).

Asunnon hintaan vaikuttaa laadulliset ominaisuudet, kuten ikä ja kunto, sekä sijainti ja ympäristö (Adair et al. 2000, 700). Asunnot ovat erilaisia kooltaan, tyypiltään, laadultaan ja ominaisuuksiltaan, eikä täysin samanlaista asuntoa ole, koska jokainen kiinteistö poikkeaa toisesta ainakin sijainniltaan. Myös kuluttajat ovat keskenään erilaisia elämänvaiheen, perherakenteen ja tulojen suhteen ja heillä on erilaiset tarpeet, vaatimukset ja resurssit asunnolleen. Näillä asioilla on olennainen merkitys kotitalouksien asunnon valintaan sekä asunnon hintaan. (Laakso & Loikkanen 2004, 241).

2.3 Asunnon hinnan muodostuminen

Asunnon hinnan katsotaan muodostuvan rakennuksen ja maan arvosta (Lönnqvist 2015, 28). Asuntoon ja sen sijaintiin liittyvät ominaisuudet määrittävät hinnan, jonka halukas ostaja on valmis maksamaan markkinoilla (Agostini & Palmucci 2008). Hinta on sidoksissa asunnon ominaisuuksiin, mutta niitä ei ole hinnoiteltu erikseen, vaan asunnolla on yksi markkinahinta (Laakso & Loikkanen 2004, 254).

Asuntojen hinnat määräytyvät markkinoilla kysynnän ja tarjonnan joustojen yhteisvaikutuksena (Oikarinen 2015, 473). Asuntotarjonnan joustavuus on merkittävä asuntojen hintoihin vaikuttava tekijä. Asuntomarkkinoiden ollessa joustamattomat, kanavoituu kysyntä usein asuntojen hintoihin nostavasti. Asuntomarkkinoiden joustavuuden lisäksi, asuntojen hintoihin vaikuttaa olennaisesti erilaiset yksittäiset tekijät perustuen kotitalouksien ja yksittäisten kuluttajien omiin preferensseihin. Kaupunkiympäristössä monet ulkoiset tekijät,

positiiviset ja negatiiviset, heijastuvat asuntojen hintoihin, mutta niiden vaikutusta voi olla hankala mitata. (Lönqvist 2015, 14–15).

Kotitalouksien näkökulmasta asuminen on yhdistelmä erilaisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat asunnon hintaan. Näihin kuuluvat mm. asunnon koko, asunnon tyyppi, laadulliset ominaisuudet, varusteet, saavutettavuus ja ympäristö. Kotitaloudet arvostavat näitä ominaisuuksia eri tavalla, mikä vaikuttaa eri ominaisuuksilla varustettujen asuntojen kysyntään ja hintaan. Kotitalouksien maksuhalukkuuteen ja -valmiuteen vaikuttavat merkittävästi kotitalouden tulot, minkä vuoksi kotitaloudet joutuvat tasapainoilemaan heille tärkeiden ominaisuuksien ja heidän tulotasoon sopivan asunnon välillä (Laakso & Loikkanen 2004, 147 & 257). Tyypillisesti asuntojen ominaisuudet on jaettu rakenteellisiin, sijainnillisiin, ja ympäristöllisiin ominaisuuksiin. Kyseiset attribuutit sisältävät sekä määrällisiä että laadullisia ominaisuuksia. (Mok et al. 1995; Chin & Chau, 2003).

Asunnon rakenteelliset ominaisuudet kattavat mm. rakennusmateriaalit, pinta-alan, huonemäärän, pohjaratkaisun, kerroksen, rakennusvuoden ja rakennuksen arkkitehtuurin. Etenkin näiden ominaisuuksien kohdalla kuluttajat arvostavat hyvin erilaisia asioita, mm. perhekoon, laatutietoisuuden, kulttuurin, arvojen ja tyylin myötä. Rakenteellisten ominaisuuksien mittaaminen on usein hankalaa juurikin hyvin vaihtelevien preferenssien vuoksi, jolloin objektiivinen mittaaminen hankaloituu. (Chin & Chau 2003).

Asuntojen liikkumattomuuden vuoksi sijainti ja saavutettavuus ovat yksiä merkittävimpiä asunnon hintaan vaikuttavia tekijöitä (Kiel & Zabel 2007, 175). Jokainen maa-alue on sijainniltaan ainutlaatuinen. Kaupunkialueet ovat laadultaan ja maantieteellisiltä olosuhteiltaan erilaisia, mutta asunnon läheisyydellä palveluihin, työpaikkoihin ja keskustaan on merkittävä vaikutus asuntojen hintaan. (Lönqvist 2015, 19; Bowes & Ihlanfeldt 2001, 2).

Saavutettavuus kapitalisoituu maan arvoon, koska hyvin saavutettavissa olevaa maata on rajallisesti tarjolla (Laakso 2015, 4). Saavutettavuudella on olennainen vaikutus asuntojen hintoihin, sillä hyvä saavutettavuus alentaa kuluttajien matkakustannuksia ja parantaa palvelujen saatavuutta (Agostini & Palmucci 2008). Maa-alueen arvo rakennusmaana perustuu merkittävältä osalta siihen, että alueelle on liikenneyhteydet. Ilman liikenneväyliä maalla ei ole kovinkaan suurta arvoa. (Laakso & Loikkanen 2004, 363). Uudet infrastruktuurihankkeet muuttavat saavutettavuutta ja raakamaan arvoa.

Saavutettavuus voi kuitenkin tarkoittaa eri ihmisille hyvinkin erilaisia asioita. Yleisin saavutettavuuden määritelmä on välimatka keskustaan, mutta joillekin muiden keskusten, liikenteellisten solmukohtien, saman alan yritysten, yrityksen asiakaskunnan, virkistysalueiden, merenrannan tai kotitaloudelle tärkeiden palvelujen saavutettavuus on tärkeää. (Laakso & Loikkanen 2004, 145).

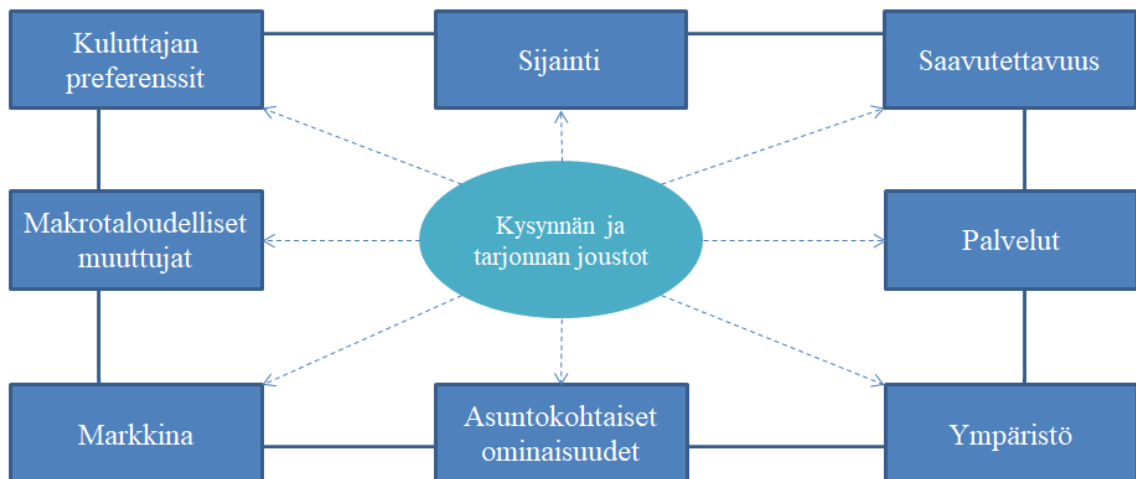
Liikennejärjestelmät parantavat saavutettavuutta, minkä vuoksi niiden lähellä ja vaikutuspiirissä sijaitsevat asunnot ovat haluttuja. Asuinympäristön valintaan voivat vaikuttaa myös lähellä olevat palvelut, jotka usein keskittyvät liikenneasemien läheisyyteen. Liikenneaseman sijainti voi siis tuottaa kuluttajalle lisäarvoa ja lisätä alueen kysyntää, vaikka kiinnostunut ostaja ei edes käyttäisi julkista liikennettä. Alueelliset hintatekijät heijastuvat selvästi asuntojen hintoihin ja sijainnilla on suuri vaikutus kotitalouksien valintoihin ja kulutusmahdollisuuksiin. (Lönqvist 2015, 19; Bowes & Ihlanfeldt 2001, 2).

Useimmissa kaupungeissa keskusta on tärkein työpaikkojen ja palvelujen keskittymä. Tämä heijastuu maan hintoihin niin, että keskustassa hinta on korkein ja keskustaetäisyyden kasvaessa laskeva. Paikalliskeskukset, liikenteen solmukohdat ja paikalliset ympäristötekijät voivat kuitenkin saada aikaan sen, että maan hinta ei laske kaikissa paikoissa tasaisesti etäisyyden kasvaessa, vaan hinnoissa voi olla paikallisia nousuja ja laskuja sen mukaan, kuinka houkuttelevina yritykset ja kotitaloudet eri sijainteja pitävät. (Laakso & Loikkanen 2004, 145).

Kotitaloudet ovat halukkaita maksamaan hyvästä ympäristöstä, sillä ihmiset etsivät asuinpaikkaa joka tuottaa korkealaatuisen elämän (Cellmer et al. 2012). Ympäristö ja sijainti ovat käsitteinä eroavia, sillä sijainti mittaa välimatkallisia etäisyyksiä ja saavutettavuutta tiettyihin kohteisiin, kun taas ympäristö viittaa ihmisten väliseen vuorovaikutukseen, kaupunkikehitykseen, sekä rakennettuun tai luonnolliseen ympäristöön. Ympäristön ominaisuuksiin kuuluu mm. ilmanlaatu, melu, onnettomuusriskit, päästöt, alueen arkkitehtuuri, asuinalueen ja asukkaiden sosiaalinen rakenne, tulotaso ja maine, paikallisyhteisö ja alueen synergiaedut, joista kuluttajat arvostavat niitä mitä pitävät itselleen tärkeänä. (Laakso 2015, 16; Goodwin 2017).

Asuntojen hintoihin vaikuttavat saavutettavuuden, sijainnin ja ympäristön lisäksi mm. laadulliset ja kiinteistökohtaiset ominaisuudet, alueen kehitys ja ominaisuudet, asumismuoto, asuntomarkkinoiden vakaus, sekä joukkoliikenteen laajuus ja luotettavuus (Mulley & Tsai 2016; Wardrip 2011). Asuntojen hinnat ovat riippuvaisia myös monista ulkoisista tekijöistä, kuten makrotaloudellisista muuttujista, työllisyydestä, asuntolainojen korkokannasta ja osakemarkkinoista (Abelson et al. 2005, 96). Muita merkittäviä asuntojen hintoihin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. käyttökustannukset, reaalin korkotaso, asuntotarjonta ja -tuotanto, sekä erilaiset talouden kriisit (Laakso & Loikkanen 2004, 275–276). Useimpien tutkimusten mukaan kysynnän perustekijät, reaalitytulot ja väestön määrä, selittävät asuntojen hintakehitystä. Reaalitytulojen kasvu nostaa ja reaalitytulojen lasku alentaa asuntojen reaalihintaa. (Laakso & Loikkanen 2004, 275). Kaupunkialueilla kotitalouksien käytettävissä olevat tulot määrittävät asuntojen hintakehitystä pitkällä aikavälillä (Holappa et al. 2015, 12). Väestön ja tulotason kasvu lisää asuntojen ja maan kysyntää ja nostaa alueen asuntojen hintatasoa (Laakso & Loikkanen 2004, 76; Oikarinen 2011, 143).

Asunnot ja kiinteistöt ylipäänsä, ovat ominaisuuksiltaan melko heterogeenisiä ja kiinteistön erityiset ominaisuudet vaikuttavat asunnon hintaan. Kuluttajilla on hyvin erilaisia preferenssejä ja vaatimuksia asunnolleen, mikä hankaloittaa hintatekijöiden vaikutuksen tutkimista asuntojen hintoihin. Asunnon hinnan muodostumiseen vaikuttavat tekijät on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Asunnon hintaan vaikuttavat tekijät.

2.4 Hintateoriat

Asuntojen hintojen mallinnuksessa on käytetty paljon erilaisia metodeja. Yleisiä tutkimusmetodeja ovat mm. vertailumenetelmä (kvasikokeellinen), hedoninen- ja spatiaalinen mallinnus sekä difference-in-differences -menetelmä. Tutkimusmetodeilla on kullakin omat vahvuutensa ja heikkoutensa, jotka on esitetty taulukossa 1.

Vertailumenetelmä	Hedoninen mallinnus	Spatiaalinen mallinnus	Difference-in-differences-menetelmä
- Ei osaa ottaa huomioon asuntojen hintojen monimutkaisuutta	+ Yleinen menetelmä - Mallissa esiintyy usein spatiaalisia ongelmia	+ Kontrolloii spatiaalisen autokorrelaation + Esittää vaikutusten spatiaalisen riippuvuuden	+ Tunnistaa hintavaikutuksen ajankohdan - Olettaa että ympäröivien lähialueiden muut ominaisuudet pysyvät ennallaan

Taulukko 1. Asuntojen hintavaikusta mittaavia tutkimusmetodeja (Mulley 2018; Dubé et al. 2013).

Vertailumenetelmässä tarkastelujoukkoon sisällytetään ainoastaan asunnot, jotka on myyty useampaan kertaan tarkastelujakson aikana. Menetelmällä on suuri etu eristää asuntojen hintojen todellinen nousu, ilman tarvetta tutkia yksityiskohtaisten ominaisuuksien vaikutusta asuntojen hintoihin. Menetelmä antaa tarkkoja tuloksia asuntojen hintamuutoksista, mutta aineiston ja kattavan havaintojoukon kerääminen on hankalaa. Vaikka vertailumenetelmä on laajalti käytetty tutkimusmenetelmä, se on saanut paljon kritiikkiä etenkin tulosten yleistämisestä koskemaan koko asuntomarkkinoita. (Garg 2016; Kimmons 2018).

Hedoninen mallinnus on yksi yleisimmin käytetyistä teorioista, jota hyödynnetään asuntojen hintojen mallinnuksessa. Teoriassa asuntoa pidetään moniulotteisena heterogeenisena hyödykkeenä, jossa asunnon eri ominaisuuksia, kuten esimerkiksi kokoa, huonemäärää tai ikää, pidetään erillisinä komponentteina. Näitä yksittäisiä ominaisuuksia ei voida myydä

markkinoilla erikseen, vaan komponentit yhdessä muodostavat asunnon markkinahinnan. Teorian perusidea on, että markkinat epäsuorasti paljastavat hedonisen hintafunktion liittäen ominaisuudet ja hinnat toisiinsa. Tämän seurauksena on mahdollista johtaa epäsuora hinta jokaiselle komponentille. (Laakso 2015, 26).

Hedonista hintamallia hyödyntäen on mahdollista tehdä regressiomalli, jonka avulla voidaan tunnistaa ja erottaa raitiotiepysäkin läheisyyden vaikutus asunnon hintaan. Pienimmän neliösumman regressiota on tyypillisesti käytetty tutkimuksissa, joissa pyritään selvittämään tietyn ominaisuuden ja asunnon hinnan välistä yhteyttä. Tulokset ovat olleet kuitenkin hyvin poikkeavia mm. tilastollisen merkittävyyden ja vaikutuksen suhteen. (Zietz et al. 2007). PNS-mallissa selittävien muuttujien väliset vahvat korrelaatiot aiheuttavat usein ongelmia. Malliin saatetaan myös ottaa mukaan epähuomiossa merkityksettä muuttujia, tai vastaavasti jättää pois merkityksellisiä muuttujia, mikä voi tehdä mallista tehottoman. Lisäksi mallissa havaitaan usein endogeenisuusongelmia, jotka on kuitenkin mahdollista ratkaista. (Lönnqvist 2015, 72).

Spatiaalinen mallinnus ottaa tutkimukseen mukaan paikkatiedon. Mallinnus ottaa huomioon, että alueet eivät välttämättä ole riippumattomia toisistaan ja jäsennää tietämystä havaintoarvojen jakautumisesta maantieteellisessä tilassa. Menetelmä sopii eksploratiiviseen analyysiin, jossa tulokset esitetään visuaalisesti. Spatiaalinen analyysi tarjoaa joustavia työkaluja niin analyysiin kuin mallinnukseen, jossa havaintojen spatiaalinen korrelaatio voidaan ottaa hyvin huomioon. Spatiaalisen korrelaation huomioiminen parantaa regressiokertoimien luotettavuutta ja menetelmä ottaa huomioon mm. spatiaalisen suhteen naapurikiinteistöihin, jota ei saisi jättää huomioimatta arvioitaessa hintamalleja. Spatiaalisen autokorrelaation haasteet liittyvät mallien haastavuuteen, sillä jos spatiaalinen autokorrelaatio halutaan ottaa huomioon, joudutaan käyttämään monimutkaisempia malleja. Muuten joudutaan hyväksymään spatiaalisen autokorrelaation olemassaolo. (Lehtonen 2012; Zhong & Li 2016; Efthymiou & Antoniou 2013).

Difference-in-differences (DID) on hyvin suosittu menetelmä arvioimaan kausaalisia suhteita. Menetelmällä voidaan mallintaa tutkimusalueen hintataso ennen ja jälkeen tietyn tilanteen ja eristää tästä johtuva muutos, esim. ennen ja jälkeen liikennehanketta. Menetelmä perustuu oletukseen, että tietty ilmiö vaikuttaa ainoastaan tiettyihin kohteisiin, jolloin vaikutusalueen ulkopuolella olevat kohteet toimivat kontrolliryhmänä ja paljastavat vaikutusalueella olevien kohteiden hintapreemion. Menetelmä on suosittu sen yksinkertaisuuden vuoksi. DID-menetelmä sopii etenkin asuntojen hintojen mallinnukseen, sillä sen avulla voidaan kiertää endogeenisuusongelmat, jotka tyypillisesti esiintyvät heterogeenisiä yksiköitä verrattaessa. (Bertrand et al. 2004; Lechner 2010, 168).

2.5 Liikennehankkeiden vaikutus asuntojen hintoihin

Liikenneinvestoinnit vaikuttavat maan arvoon ja siten myös asuntomarkkinoihin. Liikennehankkeet parantavat niiden vaikutusalueella sijaitsevien alueiden saavutettavuutta ja sitä kautta nostavat asuntojen hintoja, sillä parantunut saavutettavuus vaikuttaa kotitalouksien ja yritysten halukkuuteen sijoittua alueelle. Saavutettavuuden parantuminen on taloudellinen etu, josta kotitaloudet ja yritykset ovat valmiita maksamaan. (Laakso et al. 2016b, 441; Laakso & Loikkanen 2004, 365; Mohammad et al. 2013; Mulley et al. 2016; Pagliara & Papa 2011).

Saavutettavuudella tarkoitetaan matkaa palveluiden luo ja sitä voidaan mitata monin eri tavoin: matka-aikana, matkakustannuksina, matkustus mukavuutena tai eri kulkuneuvojen tarjontana (Adair et al. 2000, 699). Saavutettavuutta vertaillaan usein etäisyytenä kaupungin keskustaan, sillä kiinteistöllä katsotaan olevan sitä parempi saavutettavuus, mitä lähempänä kaupungin keskustaa kiinteistö sijaitsee. Kaupungin keskusta on keskeisessä roolissa, koska se on palvelukeskittymä johon suuri osa palveluista ja työpaikoista on keskitynyt. (Bartholomew & Ewing 2011). Yksilöt tulkitsevat saavutettavuutta omien prioriteettien perusteella (El-Geneidy & Levinson 2006).

Joukkoliikenteen etu kaupungeille on, että hankkeet lisäävät arvokkaan maa-alueen määrää. Maan arvon perustuessa saavutettavuuteen, liikenteen nopeutuminen nostattaa myös kauempana sijaitsevan maan arvoa. (Alku 2007, 87).

Liikenneyhteyksien ja palveluiden kehittymisellä on suuri merkitys alueiden vetovoimaan, mikä lisää kysyntää ja kasvattaa hintoja. Saavutettavuuden parantuessa asuntojen arvon odotetaan nousevan etenkin niillä alueilla, jotka tulevat liikenteellisesti lähemmäksi työpaikka- ja palvelukeskittymiä. Saavutettavuuden paraneminen nostattaa maan arvoa kaikissa sijainneissa, mutta suhteellisesti eniten alueilla, jotka tulevat kohtuullisen matka-ajakaistan piiriin. (Laakso ym. 2016b, 431).

Julkisen liikenteen investoinneilla on suuri merkitys kaupunkikehitysmalleihin ja kiinteistökehityksen alueelliseen jakautumiseen. Suuret joukkoliikennehankkeet tehostavat kaupunkien liikenneinfrastruktuuria ja vaikuttavat kaupunkien maankäyttöön ja kiinteistöjen arvoihin ja markkinoihin. (Agostini & Palmucci 2008). Infrastruktuurin kehityksellä voi olla merkittäviä vaikutuksia kaupunkien maantieteelliseen rakenteeseen, sillä liikennehankkeet voivat luoda ja houkuttaa asuin- ja yrityskeskittymiä tietylle alueelle (Ahlfeldt et al. 2016, 2).

Liikennehankkeiden vaikutukset ovat merkittäviä, niin kuin myös niiden kustannukset. Joukkoliikenteen investointipäätökset koskevat suurta osaa vaikutusalueen väestöstä, sillä suurin osa kustannuksista katetaan valtion tai kunnan budjetista, joka koostuu pääosin verorahoista. Hankkeen rakennus, huolto ja operatiiviset kulut ovat korkeita, eivätkä hankkeesta saatavat hyödyt välttämättä kata projektin kuluja. Liikennehankkeella tulee olla kysyntää, jotta sillä voi olla vaikutusta asunnon arvoon.

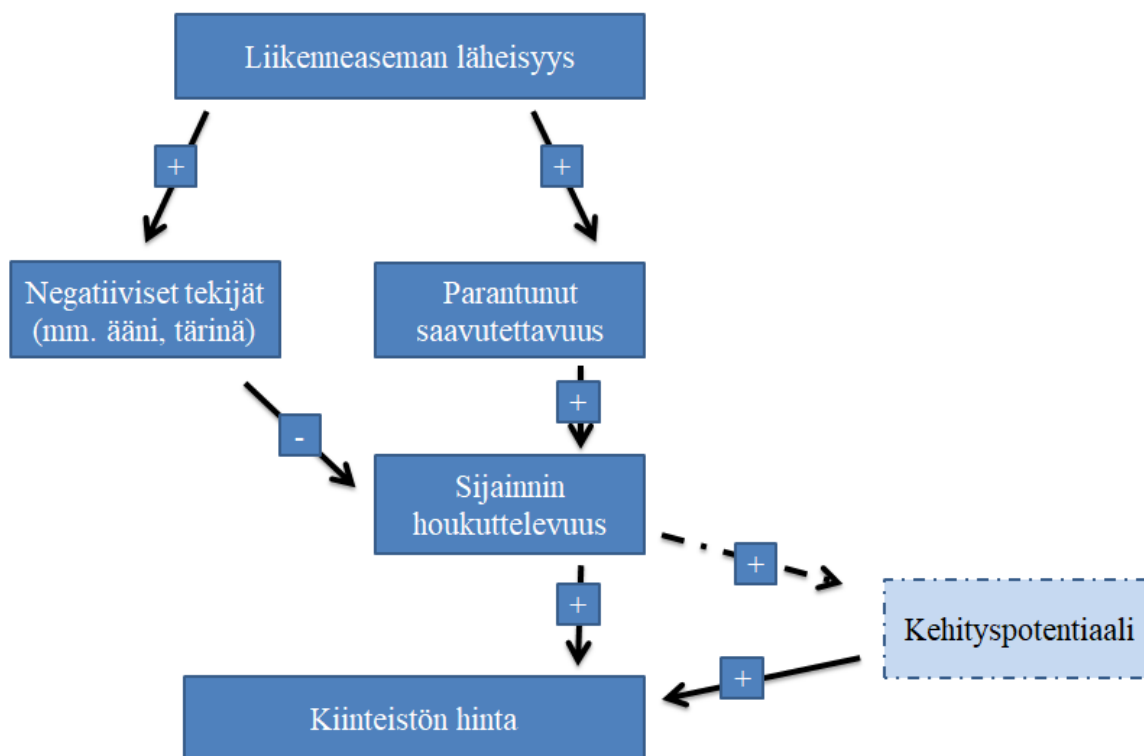
Liikennehankkeilla katsotaan pääasiassa olevan nostattava vaikutus asuntojen hintoihin saavutettavuuden kautta. On kuitenkin hyvä muistaa, että saavutettavuus on positiivinen tekijä ainoastaan jos kuluttajat sitä arvostavat (Wardrip 2011). Raideliikennehankkeissa täytyy ottaa huomioon, että ne usein korvaavat jonkun toisen liikennevälineen, esimerkiksi bussilinjan. Saavutettavuus ei näin ollen välttämättä parane lainkaan, jos hankkeella ei ole suurempia saavutettavuushyötyjä esimerkiksi matka-ajassa. (Cao & Porter-Nelson 2016).

Raitiotieliikenteellä on muutamia etuja verrattuna muuhun joukkoliikenteeseen, millä voi olla vaikutusta pysäkkien lähellä olevien asuntojen kysyntään. Raitiotiellä ei ole erillisiä asemia, minkä seurauksena vaikutusalue alkaa heti pysäkistä. Raitiolinjan tiheän pysäkkivälin seurauksena raitiotie kattaa suuremman maa-alueen kuin raskas raideliikenne, joten yhden radan kokonaisvaikutus voi olla joukkoliikennehankkeen pituudesta riippuen jopa suurempi kuin raskaalla raideliikenteellä. Lisäksi raitieliikenteen melu ja tärinä ovat vähäi-

siä, liikennöinti on vähäpäästöistä ja usein matkustajalle edullisempaa. (Alku 2007, 75;78;89;99).

Liikennehankkeilla on vaikutusta asuntojen hintoihin myös muun kuin saavutettavuuden kautta. Kasvava kysyntä liikennehankkeen vaikutusalueella voi perustua myös kuluttajan omiin preferensseihin. Kuluttaja voi esimerkiksi arvostaa matkustamista ilman kuljettajan roolia tai pitää asumisesta palvelukeskittymien lähellä, jotka usein keskittyvät liikenneasemien läheisyyteen. Matkustajilla voi olla mieltymyksiä matkustamiseen tietyllä joukkoliikennevälineellä, esimerkiksi raideliikenne on n. 1,5 kertaa suositumpaa kuin bussiliikenne (Alku 2007, 83). Joukkoliikenne voi olla myös vähemmän ruuhkaista liikenneetuuksien, kuten bussikaistojen tai omien liikennöintiväylien vuoksi. Lisäksi jotkut kuluttajat haluavat asua lähellä liikenneverkkoa pienentääkseen hiilijalanjälkeään. Alue johon on julkinen kulkuyhteys voi olla kysyntämpi, kuin toinen alue samalla etäisyydellä ja matkajalla ilman joukkoliikennepalvelua. (Bartholomew & Ewing 2011; Wardrip 2011).

Joukkoliikennehankkeisiin liittyy myös negatiivisia vaikutuksia mm. liikenneruuhkien ja päästöjen vuoksi. (Lönnqvist 2015, 47). Liikennehankkeiden välittömässä läheisyydessä sijaitsevien asuntojen arvo voi myös laskea esimerkiksi meluhaittojen tai asema-alueille kohdistuvan rikollisuuden vuoksi, mikä voi vähentää asunnon viehätystä ja näin ollen kysyntää ja markkinahintaa (Wardrip 2011; Bowes & Ihlanfeldt 2001). Liikennehankkeet voivat myös vaikuttaa pitkällä jäniteellä tiettyjen liityntäliikenteen päässä olevien kaupunginosien hinnoitteluun negatiivisesti. Esimerkiksi Länsimetron tapauksessa liityntäliikenteen muutokset ovat pidentäneet tietyillä alueilla asuvien työmatkoja jopa parilla kymmenellä minuutilla. (Palkén 2018). Kuvassa 6 esitetään teoreettinen liikennepysäkin läheisyyden vaikutus asuntojen hintoihin.



Kuva 6. Teoreettinen liikennepysäkin läheisyyden vaikutus asuntojen hintoihin (Mukaillen Duncan 2011, 2127).

Liikennehankkeiden suunnittelu ja toteutus vie paljon aikaa ja hankkeilla on todettu olevan vaikutusta läheisten asuntojen arvoon usein jo ennen niiden valmistumista. Liikennehankkeet vaikuttavat asunnon ja maan arvoon tyypillisesti jo ennen hankkeen valmistumista, sillä rakennuttajat investoivat alueelle jo rakennusvaiheessa odotetun paremman liikenneinfrastruktuurin vuoksi. Myös asunnon ostajat arvioivat kiinteistöhintoja rationaalisten odotusten perusteella, mukaan lukien odotukset paremmasta saavutettavuudesta tulevaisuudessa. Kaikissa tapauksissa liikennehanke ei kuitenkaan vaikuta asunnon hintoihin nostavasti ennen liikennöinnin alkua. Tämä voi johtua mm. siitä, että ihmiset eivät halua asua työmaa-alueilla, mikä vähentää asuntojen kysyntää rakennusajalla. Vaikutuksia voi odottaa myös heti liikennöinnin aloittamisen jälkeen ja myöhemmin, jolloin kaikki hyödyt on tunnistettu. (Banister & Thurstain-Goodwin 2011; Yiu & Wong 2005). Taulukossa 2 on esitetty muutaman liikennehankeprojektin hintavaikutuksen kapitalisoituminen asuntojen hintoihin.

<i>Liikennehanke</i>	<i>Hintavaikutus</i>	<i>Tutkimus</i>
Chicago metro	Markkinat ennustivat nousun, mutta suurempi hintavaikutus tapahtui vasta linjan avaamisen jälkeen	Mc Millen & McDonald (2004)
Puerto Rico raskas raideliikenne	Ei vaikutusta ennen liikennöinnin alkua	Loomis et al. (2012)
Los Angeles moottoritie	Hintavaikutus oli huomattavissa ainoastaan kolmena ensimmäisenä rakennusvuonna ja kolme vuotta valmistumisen jälkeen	Chernobai et al. (2011)
Phoenix kevyt raideliikenne	Maan arvonnousua jokaisessa projektin vaiheessa, yli 9 vuotta ennen avaamista	Golub et al. (2012)
Portland kevyt raideliikenne	Tyhjien tonttien arvo nousi 70 % rakennuspäätöksen jälkeen, mutta laski 20 %:iin rakennusvaiheen toisena vuonna	N/A

Taulukko 2. Liikennehankkeen kapitalisoituminen asuntojen hintoihin (Mulley 2018).

Kiinteistönvälittäjät Tampereella uskovat, että raitiotie tulee nostamaan asuntojen hintoja reitin varrella n. 3-5 %. Erityisesti nousua ennustetaan Kalevan ja Hervannan alueille. Hintojen lisäksi myös myyntiaikojen ennustetaan lyhenevän. (Harju 2017).

2.6 Aiemmat tutkimukset

Liikennehankkeiden vaikutusta asuntojen hintoihin on tutkittu laajasti etenkin kansainvälisesti. Tutkimuksia on tehty eri liikennehankkeista ympäri maailmaa. Suomessa tutkimusten kohteena ovat olleet pääosin Helsingin metro ja lähijunaraideliikenne. Suurin osa Suomessa tehdyistä tutkimuksista on yliopistojen ja muiden korkeakoulujen opinnäytetöitä.

Raitiotien vaikutusta asuntojen hintoihin ei ole tutkittu Suomessa vielä lainkaan, joten tämä tutkimus tuottaa uutta ja hyödyllistä informaatiota Suomen kiinteistömarkkinoille. Tampere on myös tutkimuskohteena mielenkiintoinen, sillä kaupungin kiinteistömarkkina poikkeaa merkittävästi pääkaupunkiseudusta.

Kansainvälisissä ja kotimaisissa liikennehankkeiden ja asuntojen hintojen välisissä tutkimuksissa on käytetty useita eri tutkimusmenetelmiä ja aineistoja. Eri tutkimusten tulosten soveltuvuutta toiseen maahan, toisiin kiinteistömarkkinoihin ja eri liikennehankkeisiin tulee tarkastella kriittisesti, sillä hankkeet ovat usein hyvin riippuvaisia niiden ympäristöstä. Seuraava taulukko esittelee tuoreimmat tutkimukset, jotka selvittävät liikennehankkeiden vaikutusta asuntojen hintoihin.

<i>Tekijä</i>	<i>Vuosi</i>	<i>Liikennehanke</i>	<i>Paikka</i>	<i>Data</i>	<i>Tutkimusmenetelmä</i>	<i>Hintavaikutus</i>
Harjunen	2018	Metro	Helsinki	Kauppahinnat	DID	positiivinen
Mulley et al.	2018	Pikaraitiotie	Sydney	Kauppahinnat	GWR	positiivinen
Camins-Esakov & Vandergrift	2018	Pikaraitiotie	Bayonne	Kauppahinnat	Repeat sales (OLS, Spatial error model, robust regression)	ei vaikutusta
Wagner et al.	2017	Pikaraitiotie	Hampton Roads	Kauppahinnat, pyyntihinnat	DID	negatiivinen
Peltomäki	2017	Metro	Helsinki	Kauppahinnat	DID	positiivinen
Chin et al.	2017	Metro	Soul	Hinta-arvio	OLS, ML, DID	vaihteleva
Gadziński & Radzimski	2016	Pikaraitiotie	Poznań	Kauppahinnat, Haastattelu	OLS, Tilastollinen ekonometrisen regressio, GWR	ei vaikutusta
Mulley & Tsai	2016	Bussi (BRT)	Sydney	Kauppahinnat	Monitasoinen mallin- nus	positiivinen
Zhong & Li	2016	Pikaraitiotie, metro	Los Angeles	Kauppahinnat	OLS, SDM, GWR	vaihteleva
Larinkoski	2016	Lähijuna	Helsinki	Kauppahinnat	OLS, Excelin tilastol- linen analyysi	vaihteleva
Geng et al.	2015	Luotijuna	Peking	Kauppahinnat, pyyntihinnat	OLS	vaihteleva
Papon et al.	2015	Raitiotie	Pariisi	Kauppahinnat	Box-Cox	ei vaikutusta
Chen & Haynes	2015	Luotijuna	Peking, Shanghai	Pyyntihinnat	OLS, Box-Cox, Tilas- tollinen ekonometri- nen regressio	vaihteleva
Mohammad et al.	2015	Metro	Dubai	Kauppahinnat	DID, Hedoniset hinta- funktiot	positiivinen
Kajova	2015	Metro	Helsinki	Pyyntihinnat	DID, OLS	positiivinen
Nummela	2015	Metro	Helsinki	Haastattelu	Haastattelu	positiivinen
Zhang et al.	2014	Bussi, metro, Pikaraitiotie	Peking	Kauppahinnat	OLS	vaihteleva
Pan et al.	2014	Metro	Houston, Shanghai	Kauppahinnat, pyyntihinnat	OLS, MLR	positiivinen
Tuominen	2014	Metro	Helsinki	Kauppahinnat	Lineaarinen regres- sionmalli	positiivinen
Dubé et al.	2013	Lähijuna	Montreal	Kauppahinnat	Repeat sales, DID	positiivinen
Efthymiou & Antoniou	2013	Koko julkinen liikenne	Ateena	Pyyntihinnat	OLS, SAR, SEM, SDM, SAC, GWR	vaihteleva
Brandt & Maennig	2012	Juna	Hampuri	Pyyntihinnat	Hedoninen poikki- leikkaus analyysi	positiivinen
Billings	2011	Pikaraitiotie	Charlotte	Kauppahinnat	Repeat sales	positiivinen
Debrezion et al.	2011	Juna	Amsterdam, Rotterdam, Enschede	Kauppahinnat	Hedoninen poikki- leikkaus analyysi	vaihteleva
Joutsiniemi	2011	Metro	Helsinki	Kauppahinnat	Log-lineaarinen hin- tamalli	vaihteleva
Andersson et al.	2010	Luotijuna	Taiwan	Kauppahinnat	Box-Cox	ei vaikutusta
Portnov et al.	2009	Kaupunki- raideliikenne	Haifa	Kauppahinnat	OLS, SL	vaihteleva
Agostini & Palmucci	2008	Metro	Santiago	Kauppahinnat	ATE arviointi	positiivinen

ATE = Average treatment effect, DID = Difference-in-difference, GWR = Geographically Weighted Regression, ML = Machine Learning approach, MLR = The base multiple linear regression, OLS = Ordinary least squares, SAC = Spatial autocorrelation model, SAR = Spatial autoregressive model, SDM = Spatial Durbin model, SEM = Spatial autoregressive model in the error term models, SL = spatial lag

Taulukko 3. Aiemmat tutkimukset liikennehankkeiden vaikutuksista asuntojen hintoihin.

2.6.1 Tutkimukset Suomessa

Suomessa liikennehankkeiden ja asuntojen hintojen välistä yhteyttä on tutkittu eniten Helsingin metro- ja lähijunaliikenteeseen peilaten. Helsingin metron vaikutusta asuinhuoneistojen hintoihin on tutkittu useammassa tutkimuksessa jo 1980-luvulta alkaen. Pääosin tutkimukset ovat olleet yliopistojen lopputöitä. Tutkimuksia on tehty kvalitatiivisesti ja kvantitatiivisesti ja määrällisten tutkimusten tutkimusmenetelmät ovat olleet erilaisia.

Suomessa ensimmäisiä liikennehankkeen ja asuntojen hintojen välistä yhteyttä mittaavia tutkimuksia oli Seppo Laakson vuonna 1986 julkaistu työ, joka tutki Helsingin metron vaikutusta asuntojen hintoihin vuosina 1980 ja 1985. Laakso käytti vaikutusten analysointiin useita eri malleja. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että metrolla on ollut selvä vaikutus asuntojen hintoihin etenkin kauempana idässä sijaitsevilla alueilla. Tutkimuksen tulosten mukaan metro nosti alle 400 metrin etäisyydellä asemasta sijaitsevien asuntojen hintaa n. 15 %, kun taas liityntäliikennealueella arvot laskivat n. 7-10 %. (Laakso 1986, 21). Laakso toisti tutkimuksensa samasta hankkeesta vielä kahdesti, vuosina 1991 ja 1997. Myöhemmissä tutkimuksissa tutkimusten tulokset osoittivat vaikutuskerrointen olevan huomattavasti matalampia. Vuoden 1991 tutkimuksessaan Laakso arvioi, että metro on kohottanut asuntojen hintoja alle kilometrin etäisyydellä esikaupunkialueilla n. 3-10 % ja kantakaupungissa n. 0-4 %. Liityntäliikennealueilla metro on aiheuttanut n. 7-8 %:n arvon laskun asuntojen hintoihin. (Laakso 1991, 28). Vuoden 1997 tutkimuksessa tulokseksi saatiin, että metron kokonaisvaikutus kilometrin säteellä on ollut 3,8 % nostava, mutta jälleen 2,3 % negatiivinen liityntäliikennealueella (Laakso 1997, 233).

Länsimetron rakentamispäätöksen ja rakentamisen myötä, uuden metrolinjan vaikutusta on tutkittu mm. Joutsiniemen (2011), Tuomisen (2014), Nummelan (2015), Kajovan (2015) ja Peltomäen (2017) maisterivaiheen opinnäytetöissä. Kaikki lopputyöt ovat tutkineet hintavaikutusta ennen metroliikenteen alkamista.

Joutsiniemi tutki Länsimetron vaikutusta asuntojen hintoihin log-lineaarista hintamallia hyödyntäen. Aineisto koostui toteutuneista kauppahinnoista vuosina 2005–2010. Tutkimuksen tulokset osoittivat kokonaisuudessaan positiivista riippuvuutta metron ja asuntojen hintojen välillä. Joutsiniemen tulosten mukaan asuntojen kauppahinnat olivat 1,5 kilometrin säteellä metrosta n. 4 % kalliimpia verrattuna aikaan ennen metron rakentamispäätöstä. Tutkimuksen tulokset osoittivat kuitenkin, että metrolla on negatiivinen vaikutus hintoihin 250–1250 metrin vaikutusalueella. (Joutsiniemi 2011).

Tuominen tutki lopputyössään Länsimetron vaikutusta asuntojen hintoihin myös kvantitatiivisen tutkimuksen avulla. Aineistona Tuominen käytti toteutuneita asuinhuoneistojen kauppoja vuoden aikaväliltä, 2/2013-2/2014 ja tutki hintavaikutusta lineaarisen regressioanalyysillä muodostetun hintamallin avulla. Tarkastelualueena olivat Koivusaaren, Tapiolan, Urheilupuiston ja Matinkylän metroasemat. Tuomisen tulosten mukaan Länsimetron rakentaminen nosti asuinhuoneistojen arvoa 400 metrin vaikutusalueella 15–35 % ja 800 metrin vaikutusalueella 11–28%. (Tuominen 2014).

Kajovan (2015) opinnäytetyö tarkasteli hintavaikutusta asuntojen pyyntihintojen muutosten avulla vuosien 2002–2013 välisenä aikana. Kajova tutki miten asuntojen pyyntihinnat laskevat etäisyyden kasvaessa asemasta eri vuosina ja miten tulevan metroaseman läheisyydessä olevien asuntojen pyyntihinnat ovat muuttuneet vuoden 2002 tasoon verrattuna. Vaikutusalueena olivat kilometrin etäisyydellä asemasta olevat asunnot ja kontrollialueena

1000–2500 metrin etäisyydellä asemasta olevat asunnot. Tulosten mukaan tilastollisesti merkittävä muutos tapahtui vuonna 2010, jolloin vaikutusalueella olevien asuntojen pyyntihinnat olivat merkittävästi korkeampia kuin vuonna 2002. Hintavaikutus syntyi näin ollen vasta Länsimetron rakentamisen aloituksen jälkeen. (Kajova 2015).

Nummela toteutti tutkimuksena kvalitatiivisena tutkimuksena, jossa hän haastatteli 14 eri toimijaa kiinteistöalalta. Tulosten mukaan Tapiolan alueen kiinteistöjen arvonnousu on realisoitunut metropäätöksen myötä. (Nummela 2015).

Peltomäki tutki diplomityössään Länsimetron toteutuspäätöksen vaikutusta asuntojen kauppahintoihin vuosien 2008–2017 aikana Lauttasaaren, Tapiolan ja Matinkylän asemaympäristöissä. Hedonisen regressioanalyysin tutkimusmenetelmänä käytettiin difference-in-difference -menetelmää, sekä poikkileikkauksia aineiston eri ajankohdista. Aineistona tutkimuksessa käytettiin Kiinteistöväylitysalan Keskusliiton (KVKL) ylläpitämästä Hintaseurantapalvelusta saatuja asuntokauppatietoja. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että metrolla on ollut positiivinen vaikutus asuntojen hintoihin. Keskimääräinen vaikutus on tilastollisesti merkitsevästi 4,5 % alle 800 metrin etäisyydellä asemista olevien asuntojen kauppahintoihin. Tutkimuksessa saatiin myös selville, että huomattavia hintamuutoksia on syntynyt vasta metron rakentamisen aloituksen jälkeen, eikä suoraan aloituspäätöksen jälkeen. (Peltomäki 2017).

Yliopistojen lopputöiden lisäksi, Helsingin kaupunki julkaisi vuonna 2018 Oskari Harjusen tekemän tutkimuksen, joka tutki lopputöiden tapaan Länsimetron vaikutusta asuntojen hintoihin rakentamispäätöksen jälkeen, ennen liikennöinnin aloitusta. Harjunen käytti tutkimuksessaan aineistona KVKL:n Hintaseurantapalvelusta saamiaan myyntihintoja vuosilta 2003–2016. Tutkimusmenetelmänä käytettiin difference-in-difference -menetelmää. Tutkimuksen tuloksien mukaan alle 800 metrin etäisyydellä asemasta sijaitsevien asuntojen hinnat kasvoivat n. 4 % niillä asemaseuduilla, joiden saavutettavuus parani eniten. Yli 800 metrin etäisyydellä hintavaikutusta ei löydetty. Lisäksi tutkimuksessa huomattiin, että hintavaikutus oli löydettävissä jo paljon ennen metron valmistumista, jo 5-6 vuotta aiemmin. (Harjunen 2018).

Lähijunaliikenteen osalta liikennehankkeiden vaikutusta asuntojen markkina-arvoon on tutkinut mm. Larinkoski (2016) ja Laine (2017). Larinkoski tutki diplomityössään hintavaikutusta kolmen lähijunapysäkin läheisyydessä. Työssä toteutettiin tutkimushypoteesi Excelin tilastollisella analyysillä, jota testattiin PNS-menetelmällä suoritettulla regressioanalyysillä. Tutkimuksen aineistona oli n. 50 000 asuntokauppaa, joiden tiedot oli saatu KVKL:n Hintaseurantapalvelusta. Larinkosken tuloksissa hintavaikutus oli keskimäärin positiivinen Huopalahden ja Kannelmäen asemien läheisyydessä ja negatiivinen Oulunkylän aseman kohdalla. Tutkimuksessa tehtiin myös johtopäätös, jonka mukaan ei ole yleismaailmallista mallia, joka selittäisi lähijuna-aseman läheisyyden vaikutusta viereisten kerrostaloasuntojen hintaan. (Larinkoski 2016).

Laine tutki raideliikenteen vaikutusta asuntojen markkina-arvoon Vantaalla. Laine käytti aineistonaan toteutuneita kauppahintoja vuosina 2004–2017, jotka hän sai KVKL:n Hintaseurantapalvelusta. Tutkimusmenetelmänä käytettiin regressioanalyysia, joka ratkaistiin PNS-menetelmällä. Tutkimuksen tulosten mukaan Kehärata on vaikuttanut positiivisesti asuntojen markkina-arvoon Kehäradan uusilla asemilla, sekä yhdistyvien raideosuuksien vanhoilla asemilla. (Laine 2017).

2.6.2 Tutkimukset ulkomailla

Tutkimuksia liikennehankkeiden vaikutuksista asuntojen hintoihin on tehty huomattavasti laajemmin ulkomailla. Tutkimuksia on tehty etenkin USA:ssa, mutta paljon myös Euroopassa ja Aasiassa. Suomessa toteutettuihin tutkimuksiin verrattuna, kansainvälisten tutkimusten tuloksissa on ollut huomattavasti enemmän vaihtelua ja eri liikennehankkeiden välillä on huomattu merkittäviä eroja. Tutkimusten tulokset ovat olleet hyvin poikkeavia ja tuloksia on saatu niin positiivisesta kuin negatiivisesta riippuvuudesta, sekä täydestä riippumattomuudesta.

Mohammad, Graham, Melo ja Anderson julkaisivat vuonna 2013 tutkimuksen, joka kokosi ja arvioi yhteensä 23 eri tutkimusta ympäri maailmaa, jotka tutkivat raideliikennehankkeiden vaikutusta asuntojen tai maan hintoihin. Mohammadin et al. tutkimuksen mukaan, suuri osa tarkasteltavista tutkimuksista löysi positiivista riippuvuutta liikennehankkeiden ja asuntojen hintojen välillä, mutta joukossa oli myös eriäviä tuloksia. Lisäksi tutkimusten tulokset vaihtelivat merkittävästi eri mantereilla. Liikennehankkeiden vaikutus kiinteistöjen arvoihin todettiin olevan korkeampi Euroopassa ja Itä-Aasiassa verrattuna Pohjois-Amerikan kaupunkeihin. (Mohammad et al. 2013).

Mohammadin et al. tutkimuksen tulokset osoittivat, että monilla tekijöillä on merkittäviä vaikutuksia tutkittaessa liikennehankkeen ja kiinteistön hinnan välistä yhteyttä. Kyseisiä merkittäviä tekijöitä ovat mm. maankäyttö, liikennehankkeen tyyppi, liikennehankkeen elinkaari, etäisyys asemalle, maantieteellinen sijainti, teiden saavutettavuus, data spesifikaatio, metodologiset ominaisuudet ja se, onko kyseessä maa-alue vai rakennus. Kiinteistötyypillä tai naapuruston ominaisuuksilla ei katsottu olevan merkitystä asuntojen arvoon. Tutkimuksessa havaittiin, että lähijunaliikenteellä on suurempi vaikutus kiinteistöjen arvoon verrattuna pikaraitioliikenteeseen. Lisäksi havaittiin, että kiinteistöjen arvon muutos oli suurempaa hankkeen toteuttamispäätöksen jälkeen, kuin operoinnin alkamisen jälkeen. Tutkimus myös selvitti, että tarkastelluissa tutkimuksissa kiinteistöjen arvonmuutokset ovat korkeimpia 500–805 metrin etäisyydellä asemasta, verrattuna yli 800 metrin päässä sijaitseviin asuntoihin. (Mohammad et al. 2013).

Tätä diplomityötä varten olennaisimpina tutkimuksina voidaan pitää suoraan raitioliikennettä koskevat tutkimukset, joista relevanteimmat esitetään seuraavaksi.

Mulley, Tsai ja Ma julkaisivat vuonna 2018 tutkimuksen, jossa tarkasteltiin raitioliikenteen vaikutusta asuntojen hintoihin Sydneyssä, Australiassa. Tutkimuskohteena oli 7,2 kilometriä pitkä raitiolinja, joka kattaa 14 pysäkkiä. Tutkimuksen aineistona käytettiin kauppahintoja vuodesta 2011 alkaen, joita vertailtiin vuoden 2011 hintoihin. Tutkimusalueena käytettiin 800 metrin säteistä aluetta jokaiselta pysäkiltä. Tutkimusmetodina käytettiin maantieteellisesti painotettua regressiota (Geographically Weighted Regression; GWR) tunnistamaan raitiotien aiheuttama hintavaikutus. Tutkimuksen tuloksena todettiin, että raitiotiehankkeella on ollut positiivinen vaikutus asuntojen hintoihin. Asuntojen hinnat nousivat keskimäärin 0,5 % jokaiselta sadalta metriltä lähemmäksi raitiotiepysäkkiä. Kuitenkin 100 metrin etäisyydellä asemista hintavaikutus oli aleneva. (Mulley et al. 2018).

Raitiotiehankkeiden ja asuntojen hintojen välisten tutkimusten tulokset ovat poikenneet myös hyvin paljon toisistaan. Vielä 2000-luvun alussa liikennehankkeita koskevissa tutkimuksissa tulokset osoittivat pääosin positiivista riippuvuutta, mutta viimeisen 10 vuoden aikana tehdyissä tutkimuksissa tulokset ovat olleet pääosin vaihtelevia.

Zhong ja Li (2016) tutkivat pikaraitiotien ja metron vaikutusta Los Angelesissa vuosina 2003–2004. Tutkimuskohteena toimi LA County Metro Rail, joka koostuu viidestä eri metron- ja pikaraitiotielinjasta. Tutkimusaineistona käytettiin asuntojen kauppahintoja. Zhong ja Li käyttivät tutkimusalueenaan kolmea eri etäisyysluokkaa: 0–400m, 400–800m ja 800–1600m, joista muodostettiin dummy-muuttujat. Tavallisten kiinteistön ominaisuus muuttujien lisäksi, Zhong ja Li sisälsivät tutkimukseen dataa naapuruston ominaisuuksista, kuten koulujen laadusta, rikollisuudesta ja väkivallasta alueilla. Tutkimusmetodina käytettiin ensisijaisesti spatiaalista Durbin mallia, sekä lisäksi GWR ja PNS-menetelmiä. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että liikennehankkeen läheisyydellä oli positiivinen vaikutus monta asuntoa sisältävien kiinteistöjen arvoon, mutta negatiivinen omakotitalojen arvoon. Monta asuntoa sisältävien kiinteistöjen arvot olivat lähes kaksinkertaiset 400 metrin säteellä asemasta verrattuna yli 1600 metrin päässä sijaitseviin asuntoihin. Omakotitalojen kohdalla, alle 400 metrin päässä sijaitseva asunto oli keskimäärin 8 % halvempi kuin yli 1600 metrin päässä sijaitseva. Tutkimuksessa saatiin myös selville, että asukkaat arvostivat enemmän raskasta raideliikennettä kuin kevyttä. (Zhong & Li 2016).

Zhang et al. (2014) tutkivat bussilinjan, pikaraitiotien ja metron vaikutusta asuntojen hintoihin Pekingissä. Tutkimus tarkasteli 11 eri liikenneväylän vaikutusta asuntojen hintoihin. Tutkimusaineistona käytettiin kauppahintoja ja tutkimusmenetelmänä käytettiin PNS-menetelmää. Tuloksien mukaan metron vaikutusalue ulottuu mailin (1,6 kilometrin) päähän ja pikaraitiotien puolen mailin (800 metrin) päähän. Bussilinjalla ei katsottu olevan vaikutusta asuntojen hintoihin. Tuloksien mukaan metron läheisyys nostatti asunnon hintaa keskimäärin 248,31 juania/neliömetri (n. 32 €) jokaiselta sadalta metriltä lähemmäs asemaa. Kevytraiteliikenteen kohdalla hintavaikutus oli positiivinen 110,71 juania/neliömetri (n. 14 €) jokaiselta sadalta metriltä. (Zhang et al. 2014).

Viime vuosina on tehty myös tutkimuksia, joissa hintavaikutusta ei ole havaittu lainkaan raitiotiehankkeiden kohdalla. Camins-Esakov ja Vandergrift (2018) selvittivät tutkimuksessaan pikaraitiotien vaikutusta asuntojen hintoihin New Jerseyyn Bayonnessa. Tutkimuksen kohteena oli Hudson-Bergen linjan laajennusosa *22nd Street-8th Street*. Tutkimuksessa vertailtiin samojen asuntojen kauppahintoja ja niiden hintamuutosta ennen laajennushankkeen ilmoitusta ja operoinnin jälkeen. Tutkimuskohteiden etäisyys raitiotiepysäkkiin oli maksimissaan 19 minuuttia. Tutkimusmetodina käytettiin Repeat-sales, PNS- ja Spatial error-menetelmiä ja Robust regressiota. Tutkimuksessa ei löydetty hintavaikutusta asuntojen hintojen ja raitioliikennelinjan läheisyyden välillä. (Camins-Esakov & Wandergrift 2018).

Asuntojen hintojen ja raitioliikenteen läheisyyden välistä riippumattomuutta on löydetty myös Euroopassa. Gadziński ja Radzimski (2016) tutkivat Poznański Szybki raitiolinjan vaikutusta asuntojen hintoihin Poznańin kaupungissa Puolassa. Tutkimusaineistona käytettiin kauppahintoja ja haastatteluja. Kauppahinta-analyysin lisäksi tutkimuksessa suoritettiin kyselytutkimus, jonka avulla pyrittiin tutkimaan ovatko asukkaat valmiita maksamaan enemmän asunnosta, joka sijaitsee lähellä raitiotietä. Tutkimuskohteena oli kaupungin pohjoinen kaupunginosa Winogrody ja tutkimusalueeksi otettiin kilometrin päässä asemasta sijaitsevat asunnot, joiden hintoja vertailtiin kauempana sijaitsevien asuntojen hintoihin. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että haastattelujen perusteella 20 % asukkaista oli valmiita maksamaan korkeampia hintoja asunnoista, jotka sijaitsevat lähempänä raitiolinjaa. Hintavaikutusta ei kuitenkaan löydetty analysoimalla kauppahintoja. (Gadziński & Radzimski 2016).

Papon et al. tutkimus (2015) kohdistui Pariisiin uuteen 7,9 kilometrin pituiseen T3 raitiolinjaan, joka avattiin vuonna 2006 ja joka korvasi entisen bussilinjan. Tutkimusaineistona käytettiin kauppahinta-aineistoa vuosilta 2002–2008 ja tutkimusmenetelmänä käytettiin Box-Cox menetelmää. Tutkimuksessa toteutetuista hintamalleista minkään tulos ei löytänyt positiivista hintavaikutusta raitiotien läheisyyden ja asuntojen hinnan välillä. (Papon et al. 2015).

Wagnerin et al. tutkimus (2017) löysi negatiivisen hintavaikutuksen asuntojen hinnan ja raitiotiehankkeen välillä. Tutkimus koski Virginian Hampton Roadsin Norfolk's Tide raitiolinjaa ja tutkimusmenetelmänä käytettiin difference-in-difference menetelmää. Tutkimuksessa verrattiin toteutuneen raitiolinjan lähellä sijaitsevien asuntojen kauppa- ja pyyntihintoja suunnitellun, mutta ei toteutetun, Virginia Beach linjan lähellä sijaitseviin asuntoihin. Tutkimukseen otettiin mukaan 1500 metrin piirissä sijaitsevat asunnot niin tutkimus- kuin kontrollialueilta. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että raitiotiepyysäkkien 1500 metrin piirissä sijaitsevien asuntojen myyntihinnat olivat n. 8 % halvempia kontrollialueeseen verrattuna. (Wagner et al. 2017).

2.6.3 Tutkimusten yhteenveto

Kuten tutkimusten tuloksista voi huomata, liikennehankkeiden vaikutuksista asuntojen hintoihin ei ole löydetty täysin yhteneviä tuloksia. Tutkimuksissa on löydetty niin positiivista kuin negatiivista riippuvuutta, sekä täyttä riippumattomuutta liikennehankkeiden vaikutuksista asuntojen hintoihin.

Tutkimusten tuloksiin vaikuttaa merkittävästi etenkin käytetyn datan laatu ja tutkimusmenetelmä. Suurin osa tutkimuksista on tehty hyödyntäen hedonisten hintojen teorianmallia, jota on tutkittu eri metodien ja regressioiden avulla.

Tutkimustulokset näyttävät olevan hyvin yksilöllisiä, riippuen käytetystä tutkimusmenetelmästä, aineistosta, mallista ja liikennehankkeesta. Tämän perusteella voidaankin todeta, että yksittäisten liikennehankkeiden tutkiminen on tärkeää ja hyödyllistä, mutta mallien valintaan, rakentamiseen, analysointiin ja tulosten tulkintaan tulee kiinnittää paljon huomiota. Johtopäätöksiä siitä, nostaako liikennehanke lähellä sijaitsevien asuntojen hintaa ei voi tehdä suoraan tutkimusten tuloksista ilman analysoimatta mallin toimivuutta ja luotettavuutta. (KvantiMOTV 2003b).

3 Metodologia ja aineisto

Työn empiirisessä osassa esitellään lukijalle Tampereen raitiotiehanke, sekä tutkimuksessa käytettävä aineisto, tutkimusmenetelmä ja tilastollinen mallinnus. Tutkimuksen empiirisen osuuden tarkastelun kohteena ovat Tampereen asuntojen hinnat uuden raitiotien läheisyydessä. Työn empiirinen osa selvittää ja havainnollistaa tutkimuksen lähtökohdat, vaiheet ja tulokset.

3.1 Tampereen raitiotiehanke

Tampereen raitiotiehankkeen rakentaminen aloitettiin vuoden 2017 maaliskuussa ja ensimmäisen vaiheen liikennöinti alkaa suunnitelmien mukaan toukokuussa 2021. Hankkeen ensimmäinen vaihe käsittää 15 kilometrin pituisen raitiolinjan Hervannasta kaupungin keskustaan ja Tampereen Yliopistolliselle sairaalalle. Raitiotien toinen vaihe rakennetaan suunnitelmien mukaan vuosina 2021–2024 Pyynikintorilta Lentävänniemeeseen. Raitiotien on

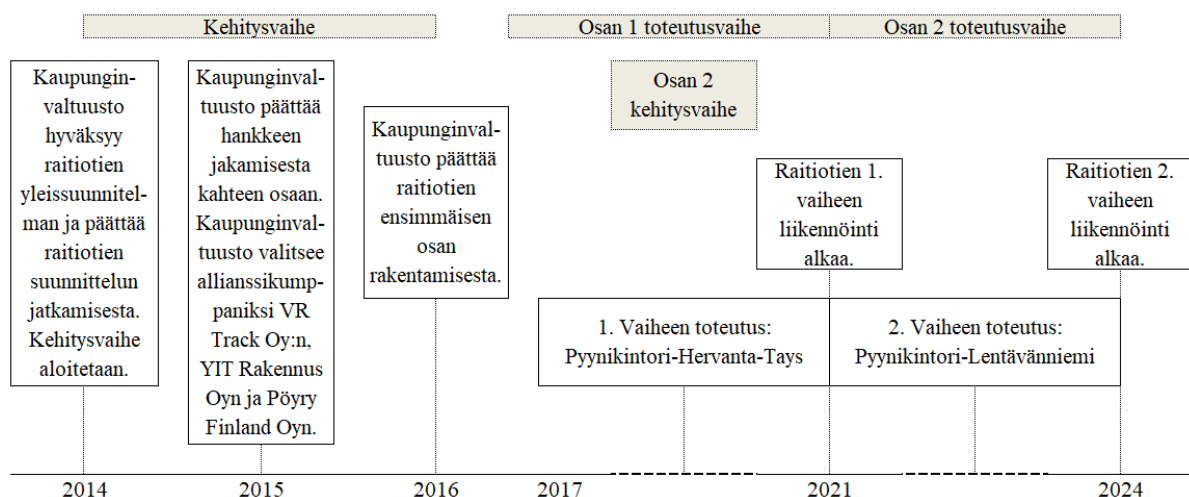
ehdotettu myöhemmin jatkuvan Pirkkalan, Ylöjärven ja Kangasalan suuntiin. (Tampereen kaupunki 2017). Tampereen raitiotien vaiheet ja pysäkit on esitetty kuvassa 7. Raitiotiepysäkkien keskimääräinen etäisyys toisistaan on n. 600 metriä (Tampereen ratikka 2018).



Kuva 7. Tampereen raitiotie (Raitiotieallianssi 2018).

Raitiotien rakentaa Raitiotieallianssi, jonka muodostavat Tampereen kaupunki, YIT, VR Track ja Pöyry. Hankkeen ensimmäisen vaiheen kokonaisbudjetti on 238,79 miljoonaa euroa ja toisen vaiheen kustannusarvio n. 44,1 miljoonaa euroa. (Tampereen kaupunki 2018a, Tampereen raitiotie Oy 2018).

Tampereen raitiotiehankkeen alustavan yleissuunnitelman laatiminen aloitettiin vuonna 2010, jolloin tutkittiin ja määriteltiin hankkeen tavoitteita ja ehtoja. Vuosina 2014–2016 tehtiin raitiotietä koskeva yleissuunnitelma, vaikutusten arviointi ja toteutussuunnitelma. Tampereen raitiotiehanke hyväksyttiin kaupunginvaltuustossa vuoden 2016 lopulla, 7. marraskuuta. Hankkeen rakentaminen alkoi vuoden 2017 alussa ja ensimmäisen vaiheen liikennöinnin on arvioitu alkavan vuonna 2021. Toisen vaiheen rakentaminen on suunniteltu toteutettavan vuosina 2021–2024. (Tampereen kaupunki 2018b). Kuva 8 esittää Tampereen raitiotiehankkeen etenemisen.



Kuva 8. Tampereen raitiotiehankkeen eteneminen (Tampereen kaupunki 2018a).

Raitiotiejärjestelmän tavoitteena on sujuvoittaa kuntalaisten arkea, tukea kaupunkiseudun kasvua ja kehitystä, luoda elinvoimaa ja yhteistyötä, edistää kestäväää kehitystä, olla taloudellisesti kannattava ja tarjota kaupunkilaisille ylpeydenaiheen. (Tampereen kaupunki 2016a). Hankkeen tavoitteiden ja vaikutusten tarkempi kuvaus on esitetty taulukossa 4.

Sujuvoittaa kuntalaisten arkea	Tukee kaupunkiseudun kasvua ja kehitystä	Luo elinvoimaa ja yhteistyötä
<ul style="list-style-type: none"> - Luotettava, esteetön ja helppokäyttöinen - Suuri matkustajakapasiteetti - Tiheä vuoroväli - Nopea - Toimiva yhdistyminen muihin liikennejärjestelmiin - Palvelutarjonta raitioreitin varrella 	<ul style="list-style-type: none"> - Parantaa saavutettavuutta - Laajennettavissa - Luo uudenlaista kaupunkiympäristöä - Lisää keskusten veto-voimaisuutta - Palvelutarjonta raitioreitin varrella - Asuntorakentamisesta 70–75% raitiotien varrella 	<ul style="list-style-type: none"> - Lisää elinkeinoelämän kasvua ja mahdollisuuksia - Mahdollistaa uusia innovaatioita - Tukee korkeakoulujen yhteistyötä - Houkuttelee reitin varrelle erityisesti korkeaan osaamiseen perustuvia yrityksiä

Edistää kestäväää kehitystä	Taloudellisesti kannattava	Raitiotiekaupunki
<ul style="list-style-type: none"> - Ympäristöystävällinen - Energia- ja materiaalitehokas - Parantaa keskustan ilmanlaatua - Vähentää liikenteen saasteita ja melu- ja tärinähaittoja 	<ul style="list-style-type: none"> - Pitkä käyttöikä - Helposti päivitettävissä uuteen tekniikkaan - Noin kaksinkertainen hyöty-kustannussuhde - Kiinteistöjen arvonnousu - Maankäytön tehostuminen - Rakentamisen työllisyysvaikutukset 	<ul style="list-style-type: none"> - Parantaa kaupungin imagoa - Suomen ensimmäinen moderni raitiotie

Taulukko 4. Raitiotiehankkeen tavoitteet ja edut (Tampereen kaupunki 2016a; Tampereen kaupunki 2016b).

Tampereen raitiotiehankkeella on katsottu olevan paljon positiivisia vaikutuksia Tampereen kaupungin talouteen ja elinvoimaan. Raitiotien ensimmäisen vaiheen rakentamisen on laskettu tuovan 2400 henkilötyövuotta ja verotuloja arvioidaan saatavan n. 7 miljoonaa euroa vuosina 2017–2021. Muut hankkeen hyödyt tulevat lipputuloista, maanomistuksen arvonnoususta ja maankäytön tehostumisesta. Kaupungin arvioidaan saavan sijoituksena takaisin noin kaksinkertaisena. (YLE 2016a; Tampereen kaupunki 2016c). Lisäksi raitiotien uskotaan parantavan keskustan ja raitiotiereitin varrella olevien yritysten kilpailukykyä. Keskusta-alueella raitiotien uskotaan vaikuttavan positiivisesti myös palvelujen, kaupan ja erikoisliikkeiden palvelutarjontaan ja asiakasvirtoihin. (YLE 2016b).

Raitiotiehankkeen toteutumisella ennustetaan olevan merkittäviä kiinteistötaloudellisia vaikutuksia Tampereen kaupungille. Raitiotie on luonut jo ennen valmistumistaan paljon odotuksia mm. kiinteistökehitykseen ja asuntotuotantoon. Kiinteistötaloudellisten hyötyjen ennustetaan olevan n. 128 miljoonaa euroa. Lisäksi maankäytön tehostumisesta arvioidaan saatavan hyötyä n. 115 miljoonaa euroa lähivuosikymmenten aikana. Tampereen raitiotie on merkittävä hanke kaupungin asuntotuotannon lisäämisen kannalta ja se ohjaa pitkälti kaupungin kehitystä. Hankkeen ansiosta kaupunkiin kehitetään kokonaan uusia asuinalueita ja kaupunginosia. Lisäksi kaupungin suunniteltu täydennysrakentaminen keskittyy pääosin tulevan raitiotien varrelle. (YLE 2016a; Tampereen kaupunki 2016c).

Tampereen raitiotiehanketta on kritisoitu mm. sen kalliin hinnan vuoksi (YLE 2016c). Vuonna 2016 tehdyn kokonaiskustannusarvion hinta-arvio oli 282,9 miljoonaa euroa, vaikka kaupunginvaltuuston vuonna 2014 tekemän päätöksen mukaan raitiotiehankkeen etenemisen edellytys oli, että kustannukset eivät saa ylittää yli 250 miljoonaa euroa (YLE 2016a). Hanke on saanut kritiikkiä myös yrityksiltä, jotka toimivat raitiotien vaikutusalueen ulkopuolella. Ongelmaksi katsotaan, että raitiotie heikentää muiden kuin reitin varrella

olevien alueiden kehittämisedellytyksiä ja vetovoimaa. Raitiotien ennustetaan houkuttelevan rakentajia ja asukkaita reitin varrelle, mikä saattaa hidastaa muiden alueiden uudistustantoa ja täydennysrakentamista. (Yle 2016d; Tampereen kaupunki 2016b).

3.2 Tampereen kiinteistömarkkina

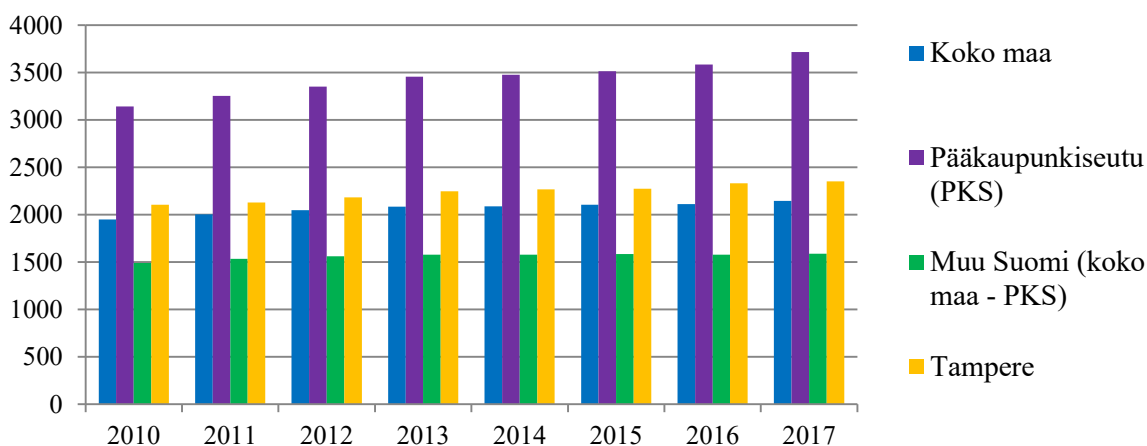
Tampere on yksi Suomen nopeimmin kasvavista väestökeskuksista, mikä lisää alueen asuntojen kysyntää (Vuori & Karakallio 2018). Kaupungissa asuu n. 230 000 ihmistä ja Tampereen seudulla n. 402 000 (Tilastokeskus 2018a). Vuosien 2015–2030 aikana väestön ennustetaan kasvavan Tampereen seudulla n. 11 % (KTI 2018, 19).

Tampereen seutu on pääkaupunkiseudun jälkeen aktiivisin kiinteistömarkkina-alue. Tampere houkuttelee kotimaisia ja ulkomaisia sijoittajia, sillä kiinteistöistä saatava tuotto on korkeampi kuin Helsingissä. Tampereelle rakennetaan tällä hetkellä paljon asuintaloja, mutta myös liiketiloja, kaupallisia keskuksia ja hotelleja. (Catella 2018, 14–15; KTI 2018, 77).

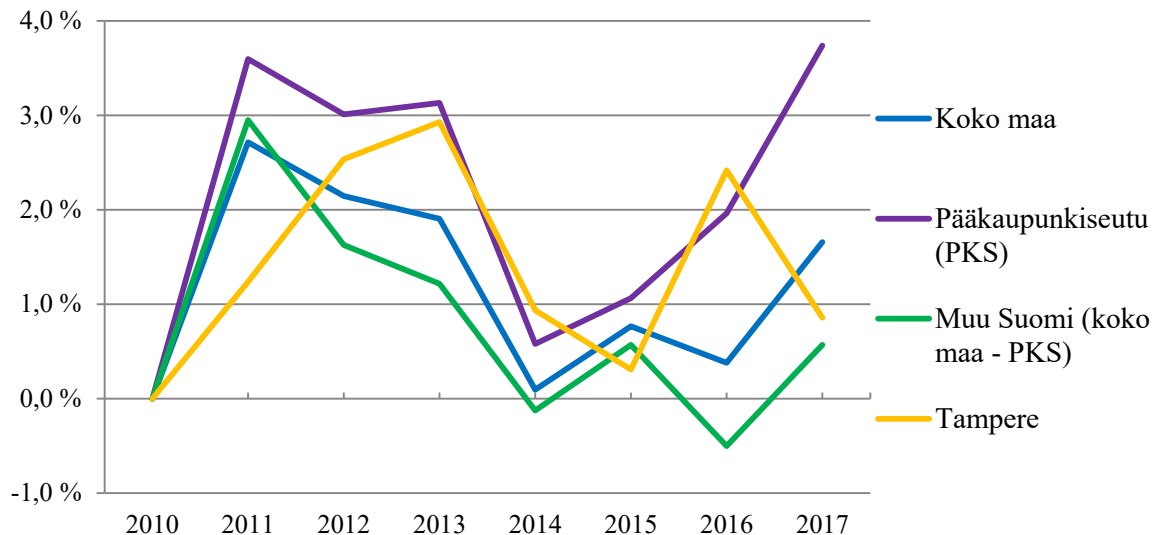
Tampereen raitiotie ohjaa kaupungin kehitystä. Ennusteiden mukaan vuonna 2025 noin 45 % tamperelaisista asuu raitiotievyöhykkeellä (800 metrin säteellä pysäkeistä). Täydennysrakentaminen keskittyy radan varrella ja maankäyttöä raitiotiealueella tehostetaan. Raitiotien rakentaminen on nähtävissä etenkin Hervannan, Kalevan ja Niemenrannan alueiden kehittymisenä. (Newsec 2018, 15; Tampereen kaupunki 2016b).

Asuntorakentaminen on Tampereella vahvaa ja asuntokauppa aktiivista. Vuonna 2017 koko maan rakennuslupahakemuksista n. 9 % haettiin Tampereelle. Tampereella merkittävä osa vuoden 2017 kiinteistötransaktioista oli asuinrakennusoikeuden tai vuokra-asuntojen myyntejä. (KTI 2018, 19; Newsec 2018, 16).

Tampereen vanhojen osakeasuntojen keskihinnat ovat kasvaneet keskimäärin n. 1,6 % vuodesta 2010. Vuodesta 2010 kasvuvauhti on ollut jokaisena vuonna positiivinen. Vanhojen osakeasuntojen hinnat ovat kasvaneet pääkaupunkiseudulla vieläkin voimakkaammin. Koko maahan verrattuna asuntojen hintojen nousu on ollut Tampereella muuta Suomea voimakkaampaa. Kuvat 9 ja 10 esittelevät vanhojen osakeasuntojen kauppohenkinat ja niiden kasvun.



Kuva 9. Vanhojen osakeasuntojen kauppohenkinat (Tilastokeskus 2018b).



Kuva 10. Vanhojen osakeasuntojen kauppojen keskihintojen kasvu (Tilastokeskus 2018b).

3.3 Tutkimusmetodi

Työn tutkimusmetodina käytetään hedonisten hintojen teoriaa, jonka mukaan asunnon hinta määräytyy sen ominaisuuksien mukaan. Hedonisten hintojen malli on yleinen mallintamismenetelmä, joka käsittelee asunnon arvoa eri tekijöiden summana (Mulley & Tsai 2016). Malli on laajasti hyväksytty ja käytetty kiinteistöalan tutkijoiden ja ammattilaisten keskuudessa ympäri maailmaa. Menetelmän perusajatus on, että asuntojen hinnoissa näkyy sisäisten, eli hedonisten ominaisuuksien arvostus. Hedoninen hintamalli pohjautuu Lancasterin (1966) kuluttajateoriaan ja Rosenin (1974) teoreettiseen malliin.

Hedonisen mallin mukaan kullakin hyödykkeellä on markkinahinta (P), joka voidaan johtaa vektorin Z arvosta niin, että markkinahinta implisiittisesti paljastaa hintafunktion $P(Z)=P(Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$ liittyvät yksittäiset ominaisuudet ja niiden hinnat. Asunnon kokonaishinta voidaan mallintaa funktiolla:

$$P = P(Z) \quad (1)$$

missä selitettävänä tekijänä on hinta (P) ja selittävinä muuttujina hyödykkeen ominaisuudet (Z). Asunnon kokonaishinta voidaan määrittää yksittäiselle ominaisuudelle Z_n , tai kaikille ominaisuuksille yhtä aikaa:

$$P(Z) = P(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \quad (2)$$

Hedoninen hintamalli voidaan mallintaa esimerkiksi yhtälöön:

$$P = P(A, L, E) \quad (3)$$

missä

- A edustaa rakenteellisia ominaisuuksia, kuten pinta-alaa (apartment)
- L edustaa sijainnillisia ominaisuuksia, kuten etäisyyttä keskustaan (location)
- E edustaa ympäristöä kuvaavia muuttujia, kuten alueen tulotasoa (environment)

Hedonisen hintamallimenetelmän positiivisia puolia on, että malli on markkinapohjainen ja aineistona käytetään todellista dataa ihmisten käyttäytymisestä ja valinnoista. Näin ollen tiedon katsotaan olevan suhteellisen luotettavaa. Asuntomarkkinoita pidetään myös usein tehokkaina ja nopeasti reagoivina, minkä vuoksi tiedon katsotaan olevan ajan tasalla, edustaen kiinteistömarkkinoiden todellista nykytilannetta. (Lönqvist 2015; Rekola, 2015). Lisäksi mallia pidetään suoraviivaisena. Riittävällä datalla hedoninen malli pystyy arvioimaan erilaisten asunto-ominaisuuksien yksittäiset vaikutukset asuntojen hintoihin. (Chin & Chau 2003).

Hedonisten hintojen teoriaa myös kritisoidaan. Menetelmän ongelmiksi on katsottu mm. mahdollinen funktion epälineaarisuus, aineiston virheet ja etenkin muuttujien multikollineaarisuus. Hedonisissa hintamalleissa on suuri riski jättää mallista pois merkittäviä muuttujia, jotka vaikuttavat asuntojen hintoihin. Tällöin mallista voi tulla tehoton ja tutkimuksen merkittävyys kärsii. Asuntojen hintoihin vaikuttavat tekijät ovat usein myös vahvasti multikollineaarisia keskenään. Esimerkiksi keskustan asunnot ovat usein vanhoja, mutta silti vertailujoukon kalleimpia, jolloin rakennusten ikä korreloi asuntojen sijainnin (etäisyys keskustasta) kanssa. Hedonisten hintojen mallissa multikollineaarisuus aiheuttaa usein ongelmia, mikä johtaa merkityksettömiin parametriarvoihin. (Andersson et al. 2010,168; Dubé et al. 2013).

Hedonisiin hintamalleihin liittyy myös teoreettinen identifiointiongelma, joka liittyy usein liian monien parametrien käyttöön. Mallin rakenne sallii useiden aineistojoukkojen sopimisen yhtälöihin, mikä johtaa siihen, ettei mallia voida estimoida oikein. (Walker 2001, 44). Empiirisille hedonisille malleille on myös tyypillistä residuaalien heteroskedastiivisuus, joka johtuu usein mallin tai aineiston epätarkkuudesta (Laakso 1997, 97). Hedonisen hintamallin käyttö empiirisissä tutkimuksissa vaatii paljon teknisiä taitoja, kokemusta ja arvostelukykä (Chin & Chau 2003). Lisäksi hedoniset hintamallit vaativat suuria ja yksityiskohtaisia aineistoja, mitä ei välttämättä ole saatavilla.

Hedonisen hintamallin soveltaminen asuntomarkkinoille perustuu useisiin teoreettisiin oletuksiin, jotka eivät välttämättä päde. Teoria mm. tulkitsee asuntomarkkinoita homogeenisinä, mikä on asuntojen heterogeenisen luonteen vuoksi väärä oletus. Teoria myös olettaa, että asunnon ominaisuudet ovat objektiivisia, mikä on käytännössä mahdotonta. Lisäksi teorian oletukset markkinatasapainosta ja suuresta määrästä markkinoilla olevista differentioituista tuotteista on saanut kritiikkiä. (Laakso 1997, 40; Chin & Chau 2003).

Hedonista hintamallia käytettäessä on tärkeää kontrolloida mahdollista virheellistä spatiaalista riippuvuutta. Kiinteistön hinta voi olla riippuvainen naapurikiinteistöjen hinnoista ja ominaisuuksista, mitä ei havaita tässä hintamallissa. Tämä vääristää OLS menetelmän tuloksia, koska virhetaso ei vastaa menetelmän oletuksia. (Mulley & Tsai 2016). Lisäksi hedoninen hintamalli olettaa, että havainnot regressiossa ovat toisistaan riippumattomia, mikä ei pidä useinkaan paikkaansa, kun data on tilastollisesti korreloivaa (Abelson 2012).

Edellä mainituista ongelmista huolimatta hedonista hintamallia on käytetty laajasti asuntomarkkinatutkimuksissa. Malli on tärkein tieteellinen menetelmä, jolla voidaan havaita yhden tai useamman ominaisuuden vaikutusta asuntojen hintoihin. Vaikka malli sisältääkin tiettyjä puutteita ja kyseenalaisia oletuksia, tekniikka ei ole pätemätöntä empiirisiin tarkoituksiin. Hedoninen hintamalli on yksinkertainen, hyödyllinen ja suoraviivainen malli, joka

tarvitsee suhteellisen vähän tietoja asunnon ominaisuuksista. Tämä helpottaa tutkimuksen toteutusta, kunhan aineisto on vain saatavilla. (Laakso 1997, 40; Chin & Chau 2003).

Asuntojen hintoja koskevissa tutkimuksissa hintavaikutusta tutkitaan regressiomallin avulla. Regressiomalli muuttuu hedoniseksi asuntohintamalliksi silloin, kun riippuva muuttuja on jonkinlainen asunnon hinnan mittari ja riippumattomat muuttujat ovat asunnon hintaa määrittäviä ominaisuuksia, joista hinta maksetaan (Valtonen 2016). Regressioanalyysia käytetään yhden selitettävän muuttujan ja yhden tai useamman selittävän muuttujan välisen riippuvuuden mallintamiseen (Mellin 2006, 268).

Regressiomalli on tilastollinen malli, joka pyrkii selittämään jonkin selitettävän tekijän tai muuttujan havaittujen arvojen vaihtelun joidenkin selittävien tekijöiden tai muuttujien havaittujen arvojen vaihtelun avulla (Mellin 2006, 267). Selittävien muuttujien regressiokerroimet kertovat paljonko selitettävän muuttujan arvo muuttuu, kun selittävän muuttujan arvo muuttuu yhdellä yksiköllä muiden muuttujien arvon pysyessä vakiona (KvantiMOTV 2008). Hedoninen regressioanalyysi voidaan muodostaa asuntokauppadatasta, jossa asunnon myyntihinta on riippuvainen muuttuja ja muut fyysiset ja ympäristölliset ominaisuudet ovat riippumattomia eli itsenäisiä muuttujia. Regressioanalyysin tulokset antavat tietoa siitä, kuinka paljon tietty ominaisuus vaikuttaa kiinteistön hintaan joko positiivisesti tai negatiivisesti. (Banister 2007, 17).

Hedonisen regressiomallin funktiomuoto voi olla lineaarinen tai epälineaarinen (Mellin 2006, 268). Asuntojen hintamalleissa yleisin muoto on käyttää semi-logaritmista tai log-logaritmista hintafunktiota, sillä asuntojen ominaisuuksien ja hintojen välinen suhde voi olla myös epälineaarinen (Lönnqvist 2015, 63; Herath & Maier 2010). Regressioanalyysin avulla voidaan tarkastella myös muuttujien epälineaarisia suhteita esim. arvojen logaritimuunnoksien avulla, jolla korjataan lievää epälineaarisuutta (KvantiMOTV 2003a). Logaritmisella muodolla on useita hyötyjä. Muoto esimerkiksi mahdollistaa jokaisen ominaisuuden rahallisen arvon vaihtelun, sekä indikaattorien käytön selittävinä muuttujina. Lisäksi muodon etuna on tulosten selkeä tulkittavuus, sillä kerrointen arvot ilmoittavat suoraan ominaisuuksien hintavaikutuksen joko prosentteina tai prosentuaalisten muutosten kautta. (Lönnqvist 2015, 73). Osin edellä mainittujen syiden vuoksi, tässä tutkimuksessa käytetään log-logaritmista hintafunktiota.

Regressioanalyysiä hyödyntävistä hintamalleista on olemassa lukuisia variaatioita. Vaikka käytettävä tutkimusmetodi on valittava harkiten, julkaistut tutkimukset eivät ole osoittaneet parhaita menetelmää asuntojen hintavaikutuksen tutkimiseen. Näin ollen tietyn mallin valinta ei suoraan vaikuta mallin toimivuuteen, sillä jokaisella tutkimusmenetelmällä on vahvuutensa ja heikkoutensa. (Mulley 2018; Mohammad et al. 2013).

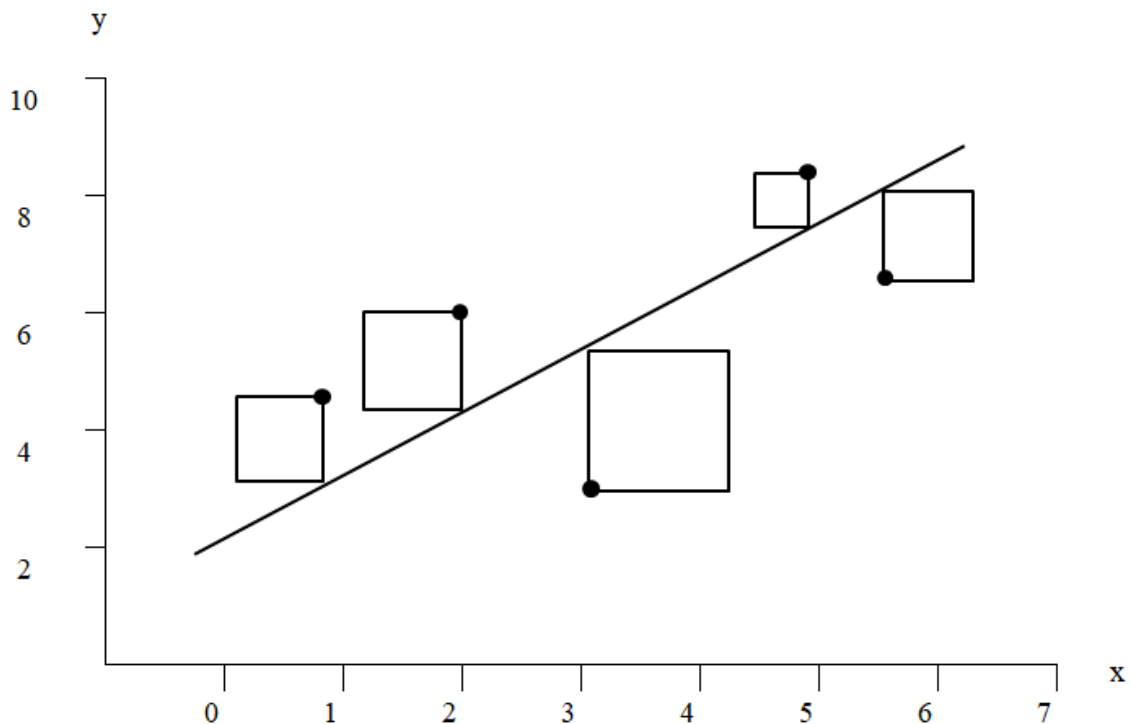
Hedonista hintamallia soveltavista asuntotutkimuksissa keskeinen empiirinen malli on pienimmän neliösumman menetelmä, PNS (eng. Ordinary least squares, OLS) (Lönnqvist 2015, 72). Difference-in-difference estimointi on toinen yleinen ja helposti sovellettava malli, joka sopii etenkin kausaalisten suhteiden tutkimiseen. Tähän tutkimukseen tutkimusmenetelmäksi on kuitenkin valittu PNS, pääosin sen helpon toteutettavuuden vuoksi saatavissa olevilla ohjelmilla.

Tässä tutkimuksessa regressioyhtälö ratkaistaan pienimmän neliösumman menetelmällä (PNS). PNS on matemaattisen optimoinnin menetelmä, jolla pyritään löytämään aineistolle

paras sovite valitsemalla estimaatit siten, että jäännös- eli virhetermien neliöiden summa minimoidaan. (Mellin 2006, 270). PNS-menetelmässä noudatetaan kaavaa:

$$\sum_{j=1}^n \varepsilon_j^2 = \sum_{j=1}^n (y_j - \beta_0 - \beta_1 x_{j1} - \beta_2 x_{j2} - \dots - \beta_k x_{jk})^2 \quad (4)$$

missä regressiokertoimien estimaattorit määrätään minimoimalla jäännöstermien ε_j neliösummaa regressiokertoimien $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ suhteen (Vilkkumaa & Kuusinen, 2018). Kuva 11 havainnollistaa PNS-menetelmää, joka sovittaa suoran dataan minimoimalla virhetermien neliöiden summat (Brooks 2008, 32).



Kuva 11. Pienimmän neliösumman menetelmä (Brooks, 2008, 32).

Mallin jokaisen PNS-estimaattorin halutaan olevan paras lineaarinen harhaton estimaattori (PLHE). Kansainvälisissä julkaisuissa tästä käytetään nimeä BLUE (Best Linear Unbiased Estimator). Tämä tarkoittaa, että PNS-estimaattori on harhaton, eli estimaattorin odotusarvo on parametri itse. Lisäksi kaikista mahdollisista lineaarisista estimaattoreista PNS-estimaattorin varianssi on pienin. (Läärä 2017, 70; Gaus-Markov teoreema). Kun tietyt edellytykset täyttyvät, PNS-malli tuottaa BLUE estimaattorit. Edellytyksiä ovat:

- 1) y:n (selitettävän muuttujan) ja kunkin x:n (selittävän muuttujan) välillä on oltava lineaarinen suhde (x voi olla myös esim. logaritmisessa tai potenssi muodossa)
- 2) virhetermien odotusarvo on 0
- 3) virhetermien homoskedastisuus: virhetermien varianssi on vakio X:n muuttuessa ja ajan myötä
- 4) ei korrelaatiota residuaalien välillä
- 5) normaalisti jakautuneet virhetermit

- 6) residuaalit eivät korreloi itsenäisten muuttujien kanssa
- 7) ei täydellistä multikollineaarisuutta
- 8) havaintojen lukumäärän oltava suurempi kuin parametrien määrä
- 9) jokaisella itsenäisellä muuttujalla tulee olla enemmän kuin yksi arvo (Gauss-Markovin teoreema; Mellin 2007, 31; Valtonen 2016;).

Jos oletukset eivät päde, mallin kertoimet ovat harhaisia ja/tai niiden keskivirheet vääriä tai epäluotettavia. Monet oletuksista harvoin täyttyvät todellisiin tietoihin perustuvien mallien kanssa. Etenkin heteroskedastisuus ja epänormaalisti jakautuneet virhetermit aiheuttavat ongelmia. Jos edellytykset eivät ole voimassa, mallia voidaan parantaa mm. muuttamalla arvot logaritmi muotoon. (Puumalainen 2018). Lineaariset muunnokset eivät vaikuta sovituksen tai ennusteiden hyvyyteen, mutta niillä voidaan vaikuttaa mallin tulkittavuuteen (Nyblom 2015, 17).

Tutkimusmenetelmäksi on valittu pienimmän neliösumman menetelmä, sillä se on yksinkertainen, nopea ja tehokas tutkimusmenetelmä, jossa tulosten tulkittavuus on suhteellisen helppoa. Kyseistä tutkimusmenetelmää soveltava malli on helppo toteuttaa, sillä se voidaan tehdä yleisesti käytetyillä ja usein ilmaisilla ohjelmilla, kuten Excelillä, SPSS:llä ja gretlillä.

PNS-menetelmä on hyödyllinen etenkin tutkimuksissa, jossa on paljon dummy-muuttujia (Hutcheson 2011). Tässä tutkimuksessa suurin osa muuttujista on dummy-muuttujia, mikä puoltaa kyseisen menetelmän valintaa. PNS-menetelmää käytettäessä myös tulosten tulkitsevuus on suhteellisen helppoa. Mallin lineaarisuuden, varianssin ja poikkeavien havaintojen vaikutus on helposti nähtävissä mallin tuottamilla graafeilla (Hutcheson 2011).

3.4 Muuttujien valinta

Muuttujavalinnat tehdään käytössä olevan aineiston perusteella. Regressioanalyysiin voidaan ottaa lukuisa määrä asunnon hintaa selittäviä muuttujia. Analyysiin ei kuitenkaan voida ottaa muuttujia, jotka korreloivat liikaa keskenään, sillä malli voi tällöin kärsiä multikollineaarisuudesta.

Kahden muuttujan välinen korrelointi mittaa muuttujien välistä lineaarista yhteyttä (Brooks 2008, 28). Selittävien muuttujien tulisi korreloida selitettävän muuttujan kanssa merkittävästi, mutta selittävien muuttujien keskinäiset korrelaatiot eivät saa olla keskenään liian voimakkaita. Regressioanalyysissä selittävien muuttujien korrelointi on luonnollista, mutta liian suuri keskinäinen korrelaatio aiheuttaa ongelmia tulosten tarkkuuteen. Suurten riippuvuuksien esiintyessä syntyy multikollineaarisuusongelma, jolloin selittävien muuttujien välinen riippuvuus on suurta. Korrelaatiokerroin mittaa lineaarisen riippuvuuden voimakkuutta arvojen ollessa -1 ja 1 välillä. Multikollineaarisuusongelmassa korrelaatiokerroin on yli $\pm 0,9$. (KvantiMOTV 2003a).

Kaikkia multikollineaarisuusongelmia ei voida havaita pelkästään tarkastelemalla selittävien muuttujien välisiä korrelaatiokertoimia. Esimerkiksi VIF-testi (Variance inflation factor) on toinen multikollineaarisuuden mittari, joka ilmaisee mahdolliset ongelmat tutkimuksessa. (KvantiMOTV 2003a). Usein multikollineaarisuuden arvioimisessa käytetään sääntöä, että VIF arvon tulisi olla pienempi kuin 10 (Mellin 2006, 403). Multikollineaarisuutta voidaan minimoida kasvattamalla aineistokokoa (Laakso 1997, 96).

Tutkimuksen merkittävimpiä tarkasteltavia muuttujia ovat tilastollinen merkitystaso (p-arvo) ja selitysaste (R^2). Testin p-arvo on pienin merkitsevyystaso, jolla nollahypoteesi voidaan hylätä. P-arvo ilmoittaa virheellisen päätelmän todennäköisyyden. Yleisesti tilastollisen merkitsevyys taso on alle 0,05. P-arvon ollessa alle 0,05 on tapana puhua tuloksesta tilastollisesti "melkein merkitsevä", arvon ollessa alle 0,01 tilastollisesti "merkitsevä" ja alle 0,001 tilastollisesti "erittäin merkitsevä". Taulukoissa on tapana merkitä tulokset tähdittain: * ($< 0,05$), ** ($< 0,01$) ja *** ($< 0,001$). Selitysaste R^2 mittaa regressiomallin yhteensopivuutta otoksen kanssa ja kuvastaa miten suuri prosentuaalinen osuus riippuvan muuttujan vaihtelusta on mallin avulla selitettävissä. Selitysaste on aina 0 ja 1 välillä, jossa 1 kuvaa 100 % selitysosuutta. (Mellin 2006, 307; Heikkilä 2014, 7).

Mallissa tulee kiinnittää huomiota myös diagnostiikkaan, eli jäännösarvojen normaaliuuteen. Hedonisessa hintamallissa virhetermien heteroskedastisuus on tyypillinen ekonometrinen ongelma. Heteroskedastisuus viittaa tilanteeseen, jossa regressiomallin virhetermien hajonta vaihtelee suuresti ja systemaattisesti selittävien muuttujien arvojen vaihdellessa. Virhetermit voivat tällöin olla puolueettomia ja yli- tai aliarvioida kertoimien arvioiden todellisen vaihtelun. Usein ongelma on mallissa, jossa saattaa olla puutteita muuttujien, määrittelyn tai tietolähteiden kohdalla. Heteroskedastisuudella ei ole haitallista vaikutusta regressiokertoimien arvoon, mutta se alentaa PNS regression tilastollista merkittävyyttä. (KVantiMOTV 2003a; Laakso 1997, 97; Petersen 2008, 435). Heteroskedastisuutta voidaan minimoida käyttämällä muuttujien logaritmi arvoja ja dummy-muuttujia (Läärä 2017, 81; Laakso 1997, 97). Heteroskedastisuutta voidaan testata mm. Whiten, Ramsayn, Breusch-Paganin ja Koenkerin testeillä.

Lisäksi malleissa tulee kiinnittää huomiota poikkeaviin havaintoihin, eli niin kutsuttuihin *Outlier* arvoihin. Muista havainnoista suuresti poikkeavilla ja harhaa aiheuttavilla arvoilla voi olla suuri vaikutus regressioanalyysin tuloksiin. (KVantiMOTV 2003a). *Outlier* arvoja voi oikeutetusti poistaa analyysistä, sillä ne vaikeuttavat tilastollisen mallin toimintaa. Tämä voi kuitenkin rajoittaa analyysin käyttöä. (Mellin 2006, 394–395).

3.5 Aineisto

Empiirisen osuuden tutkimusaineistona käytetään Kiinteistönvälitysalan Keskusliitto ry:n (KVKL) ylläpitämän Hintaseurantapalvelun (HSP) aineistoa, joka kattaa suurimman osan kiinteistönvälittäjien Suomessa tekemistä asuntokaupoista vuodesta 1998 lähtien. HSP:n aineisto ei ole julkista, vaan aineisto on pääosin saatavilla vain kiinteistöalalla työskenteleville yritysille.

Hintaseurantapalvelusta saatava aineisto on tutkimukselle erittäin hyödyllistä, sillä data sisältää aitoja kauppahintoja, joita on usein vaikea saada. HSP:n aineisto kattaa kuitenkin ainoastaan kiinteistönvälittäjien tekemät asuntokaupat, joten aineisto ei kata kaikkia Suomessa tehtyjä asuntokauppoja. HSP:n aineiston heikkoudet liittyvät kattavuusongelmaan ja mahdollisiin aineistovirheisiin. Aineisto on osittain puutteellista ja heikkoa, sillä joistain kaupoista puuttuu olennaisia tietoja tai tiedot on syötetty väärin. Kuitenkin kokonaisuudessaan tutkimusaineisto on suhteellisen kattava ja paras saatavilla oleva.

Tutkimuksessa käytetään Hintaseurantapalvelusta 8.5.2018 ladattua aineistoa, joka kattaa kerrostaloasuntojen kiinteistökaupat Tampereelta vuodesta 2015 aineiston latauspäivään. Kauppadata valinnassa on otettu huomioon raitiotiehankkeen rakentamispäätös, joka tehtiin vuonna 2016. Tutkimuksessa on olennaista ottaa mukaan kauppahintoja ennen ja jälkeen rakentamispäätöstä, jotta voidaan ottaa huomioon raitiovaunun johtuva hintavaiku-

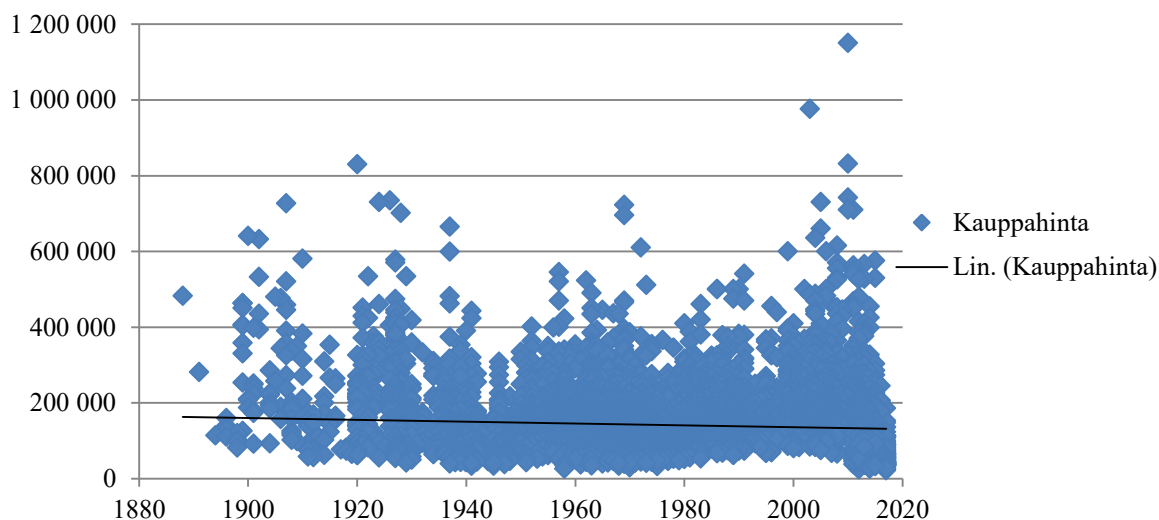
tus, sillä liikennöinti ei ole vielä alkanut. Asuntojen hinnoissa voi olla odotusarvoa jo ennen hankkeen valmistumista, mikäli markkinat toimivat tehokkaasti.

Hintaseurantapalvelusta haettu data sisältää asuntokaupan myyntihinnan lisäksi paljon informaatiota myydystä asunnosta. HSP palvelun data sisältää seuraavat tiedot:

Kohdetyyppi, kunta, kaupunginosa, postinumero, katuosoite, asuinala, rakennusvuosi, huoneita, huoneistotelite, kerrosnumero, kerrokset, kauppahinta, velkaosuus, velaton hinta, neliöhinta, uudiskohde, kiinteistönkunto, kaupan pvm, tontin omistajuus, tontin ala neliöinä, myynnin aloittamispäivä, myyntiaika pv, hoitovastike, hoitovastike per neliö, rakennusmateriaali, ranta, hissi, vuokrattu, sauna, parveke, rakennusvuoden kuvaus, tontin rakennusala, muu ala, rakennusoikeudet, rannan kuvaus, lämmönlähde, energialuokka.

Lopullinen tutkimusaineisto koostuu yhteensä 8 460 asuntokaupasta. Aineistosta on poistettu kaupat, joiden tiedot ovat olleet virheellisiä tai puutteellisia. Poistetuista kaupoista on puuttunut esim. osoite, rakennusvuosi ja/tai pinta-ala, jotka ovat olennaisia tietoja tutkimuksessa. Lisäksi aineistosta on poistettu selvästi vääriä tietoja, esim. huonemäärän ja huoneistokuvauksen ollessa ristiriitaisia. Virheellisiä tietoja on osittain korjattu osoitteiden kohdalla, sillä etenkin uusien kohteiden osoitteet ovat olleet virheellisiä tai puutteellisia mm. talonumeron vuoksi. Pois lukien osoitetietojen korjausta, virheelliset kauppahinnat on poistettu. Lisäksi aineistosta on poistettu uudiskohteet, sekä asunnot jotka eivät ole vielä valmistuneet. Näiden kohteiden marginaalihinnat eivät välttämättä ole samat, mikä voisi vääristää tutkimuksen tuloksia.

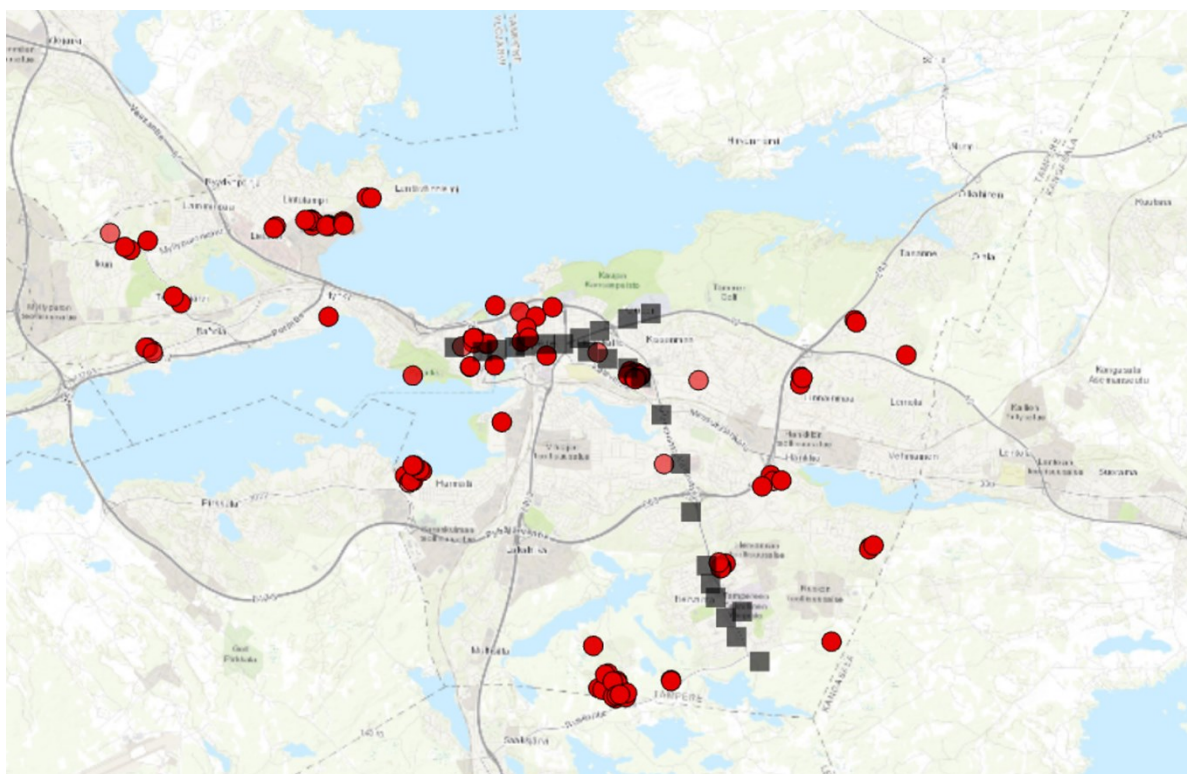
Aineistoa on myös täydennetty tiedoilla, jotka ovat saatavissa epäsuorasti HSP:n aineistosta. Lisätyt tiedot liittyvät kauppojen rakennusvuosiin ja ajankohtiin. Rakennusvuodet on lajiteltu eri luokkiin, sillä yleensä asuntomarkkinoilla iän vaikutus ei ole lineaarinen. Esimerkiksi keskustan asunnot ovat usein vanhoja, mutta silti aineiston kalleimpia. Jos rakennusvuoden pitää mallissa lineaarisena muuttujana, altistuu malli usein virheelle. Rakennusvuoden ja kauppahinnan välistä lineaarisuutta on tarkasteltu kuvassa 12. Kuten kuvasta näkyy, aineiston kauppahinnat eivät kasva sitä mukaa mitä uudempi rakennus on kyseessä, vaan yhteys on U-muotoinen. Rakennusvuoden muuttuja onkin tästä syystä muutettu luokamuuttujaksi luokkiin.



Kuva 12. Kauppahinnan ja rakennusvuoden lineaarinen suhde.

Aineistoon on täydennetty myös luokittelut kaupantekopäivämäärille. Aikamuuttujat on luokiteltu kvartaali ja vuosi muotoon (QX_201X), jotta tutkimuksessa hintavaikutusta voitaisiin tutkia myös kvartaaleittain. Kvartaalittainen aikamuuttuja on hyödyllinen, sillä näin saadaan vakioitua aikamuuttujia. Kvartaali on ajanjaksona myös riittävä ja sopiva, sillä 3 kuukauden ajanjaksolla on ehtinyt tapahtua tarpeeksi kauppvoja ja kvartaalit ovat näin myös verrannollisia keskenään.

Aineiston korjaamisen ja täydennyksen jälkeen, jokaiselle osoitteelle on haettu koordinaatit Väestörekisterikeskuksen väestötietojärjestelmän rakennusten osoite- ja koordinaattitietopalvelusta. Jos osoitteelle ei löydetty koordinaatteja, kauppa poistettiin aineistosta. Koordinaatit saatiin n. 90 prosentille tässä vaiheessa mukana oleville myydyille kiinteistöille. Koordinaattien avulla asuntokaupat laitettiin kartalle paikkatieto-ohjelma ArcGis Desktopin avulla. Tutkimuksessa hyödynnettävät asuntokaupat ja raitiotien I-vaiheen pysäkit on esitetty kartalla kuvassa 13.



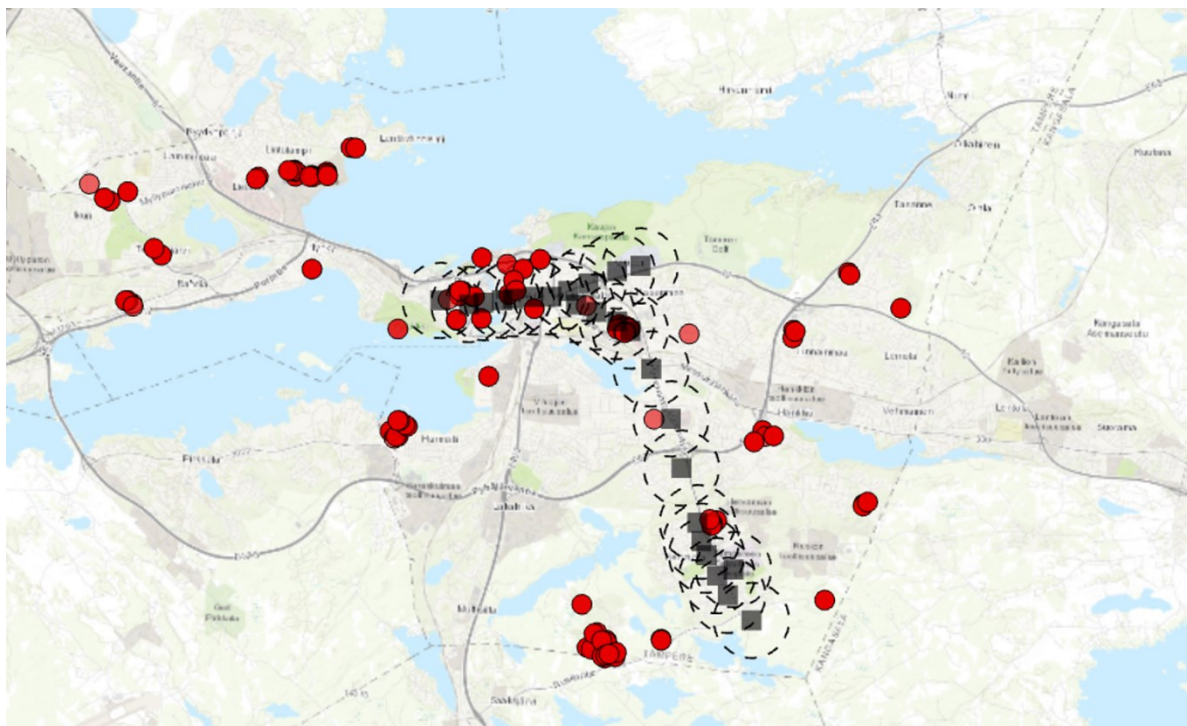
Kuva 13. Tutkimuksessa hyödynnettävät asuntokaupat ja raitiotien I-vaiheen pysäkit kartalla

ArcGiksen avulla on määritetty vielä asuntokauppakohteiden etäisyydet vesistöön ja keskustaan, sillä etenkin vesistön ja keskustan sijainnilla on olennainen merkitys asunnon hintaan (Ympäristöhallinto 2016; Suomen vuokranantajat 2018; Peltola & Väänänen 2007, 16–19). Työkaluna välimatkojen mittaamisessa on käytetty ohjelman *Closest-to-Facility* analyyysityökalua.

Raitiotiestä johtuvan hintavaikutuksen mittaamiseksi raitiotiepysäkeille on luotu ns. buffereit, joiden säde on 800 metriä. Tutkimusaineiston asuntokaupoille on määritetty dummy-muuttuja sen mukaan, onko asunto jonkin bufferin sisällä vai ei.

Tutkimuksessa buffereille on määritelty 800 metrin säteiset alueet raitiotiepysäkeiltä, sillä useissa tutkimuksissa hintavaikutus on löydetty juuri tältä alueelta (mm. Tuominen 2014, Zhang et al. 2014, Peltomäki 2017, Harjunen 2018 ja Mulley, Tsai & Ma 2018). Raitiotiepysäkkien välisten etäisyyksien ollessa juna- ja metropysäkkejä lyhyempiä, myös lyhyemmän vaikutusalueen valinta on perusteltua. Esimerkiksi Zhang et al. vuonna 2014 julkaisussa tutkimuksessa pikaraitiolinjan vaikutusalueen katsottiin olevan 800 metriä, kun metron vaikutus ulottui 1,5 km päähän. Liian suuren tutkimusalueen määrittäminen koituu helposti ongelmalliseksi, sillä raitiotien kulkiessa keskustan läpi ja pysäkkivälien ollessa tiheät, tutkimuksessa päädyttäisiin helposti vertailemaan keskustan asuntoja lähiöiden asuntoihin, mikä antaisi vääriä tuloksia itse raitiovaunun vaikutuksesta asuntojen hintoihin.

800 metrin säteisten bufferien määrittämiselle on muitakin perusteita. Myös ihmisten valmiudesta ja halukkuudesta kävellä julkisen liikenteen pysäkeille on tehty tutkimuksia, joiden mukaan ihmiset ovat usein valmiita kävelemään 400–800 metrin tai 10–15 minuutin matkan liikenneasemalle tai pysäkille (Wibowo & Olszewski 2005; Mulley et al. 2018). Toisen tutkimuksen mukaan bussipysäkin maksimietäisyys on 400 metriä ja juna-aseman n. 900 metriä (O’Sullivan & Morall 1996). Lisäksi Tampereen kaupunki määrittelee raitiotievyöhykkeen 800 metrin säteiseksi alueeksi pysäkeiltä (Tampereen kaupunki 2016b). Tampereen raitiotiehankkeen pysäkit ja tutkimuksessa määritellyt ja käytetyt 800 metrin säteiset bufferit on esitelty kuvassa 14.



Kuva 14. Raitiotiepysäkit ja niiden 800 metrin säteiset bufferit.

3.6 Aineiston esittely

Lopullinen aineisto käsittää yhteensä 8 460 kerrostalojen asuntokauppaa Tampereen alueelta. Hintaseurantapalvelun sisältämistä tiedoista on otettu mukaan ainoastaan tutkimusta hyödyttävät tiedot. Näitä ovat *postinumero*, *asuinala*, *rakennusvuosi*, *huoneita*, *kerrosnumero*, *kauppahinta*, *velaton hinta*, *neliöhinta*, *kiinteistön kunto*, *kaupan pvm (kvartaali)*, *tontin omistajuus*, *sauna*, *hissi* ja *parveke*. HSP:n antaman tiedon lisäksi kauppoille on las-

kettu etäisyydet kaupungin keskusta ja vesistöön. Jokaiselle kaupalle on myös määritetty tieto siitä, sijaitseeko asunto raitiotien vaikutusalueella, bufferissa (800 metrin säteellä pysäkestä), vai ei. Seuraava taulukko esittelee aineiston yhteenvedon.

Jatkuvat muuttujat				
<i>Muuttuja</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Minimi</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Keskihajonta</i>
Asuinala (m ²)	58,7	13,7	384,0	21,3
Rakennusvuosi	1975,2	1888	2017	23,9
Kerrosnumero	2,7	0	16	2,0
Kauppahinta (€)	141 856	21 220	1 150 000	80 686
Velaton hinta (€)	155 830	39 500	1 150 000	80 920
Neliöhinta (€/m ²)	2 731	603	8 800	1 011
Etäisyys keskustaan (m)	4 415	0	11 396	3 126
Etäisyys vesistöön (m)	667	8	2 498	433
Luokkamuuttujat				
<i>Muuttuja</i>	<i>kpl</i>		<i>%</i>	
Postinumero				
33100	998		11,8	
33180	100		1,2	
33200	484		5,7	
33210	345		4,1	
33230	475		5,6	
33240	62		0,7	
33250	78		0,9	
33270	274		3,2	
33300	180		2,1	
33310	248		2,9	
33330	76		0,9	
33340	43		0,5	
33400	106		1,3	
33410	268		3,2	
33420	13		0,2	
33500	733		8,7	
33520	40		0,5	
33530	183		2,2	
33540	609		7,2	
33560	312		3,7	
33580	230		2,7	
33610	1		0,0	
33700	9		0,1	
33710	467		5,5	
33720	825		9,8	
33730	2		0,0	
33800	243		2,9	
33820	139		1,6	
33840	174		2,1	
33850	137		1,6	
33870	170		2,0	
33900	436		5,2	

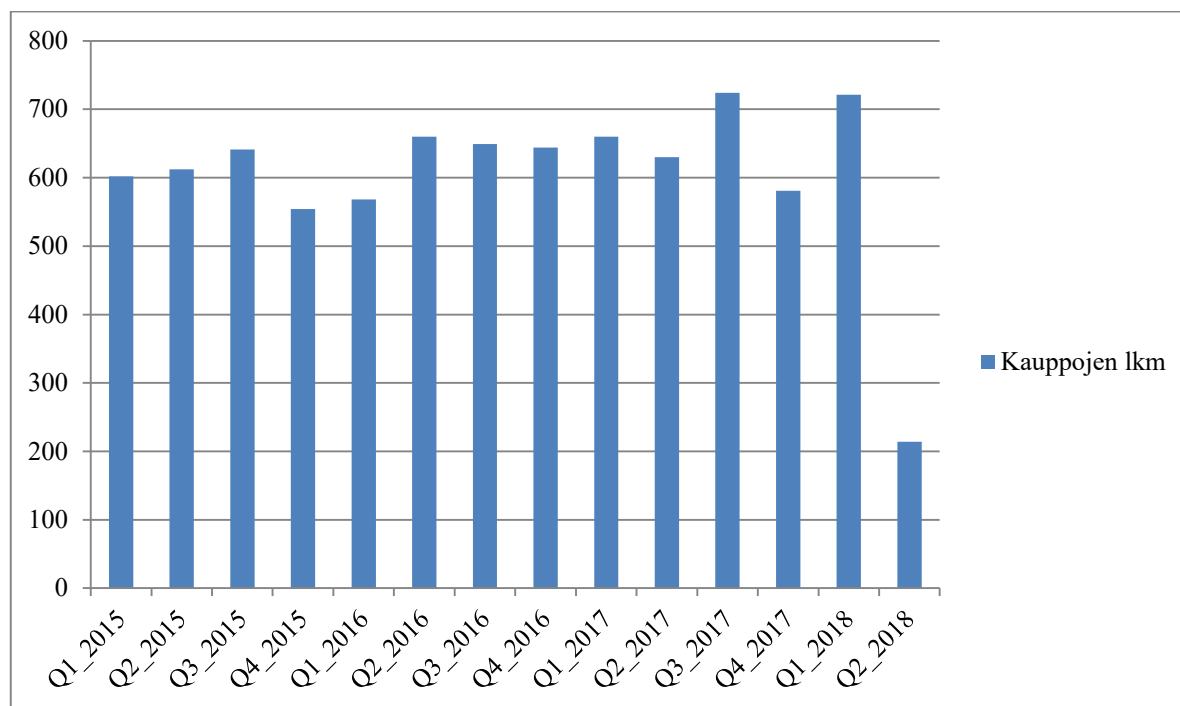
Rakennusvuosi luokittain				
	– 1919	111	1,3	
	1920–1939	556	6,6	
	1940–1949	280	3,3	
	1950–1959	935	11,1	
	1960–1969	1678	19,8	
	1970–1979	1696	20,0	
	1980–1989	913	10,8	
	1990–1999	555	6,6	
	2000–2009	829	9,8	
	2010–2020	907	10,7	
Kiinteistön kunto				
	uusi	226	2,7	
	erinomainen	184	2,2	
	hyvä	5575	65,9	
	tyydyttävä	1754	20,7	
	huono	105	1,2	
	tuntematon	616	7,3	
Kaupan pvm				
	2015	2409	28,5	
	2016	2521	29,8	
	2017	2595	30,7	
	2018	935	11,1	
Huoneita				
	1h	1576	18,6	
	2h	3984	47,1	
	3h	2189	25,9	
	4h	604	7,1	
	5h+	107	1,3	
Tontin omistajuus				
	oma	4652	55,0	
	vuokrattu	3808	45,0	
Dummy-muuttujat				
<i>Muuttuja</i>	<i>Kyllä (1)</i>	<i>%</i>	<i>Ei (0)</i>	<i>%</i>
Sauna	868	10,3	7 592	89,7
Hissi	3 421	40,4	5 039	59,6
Parveke	1 791	21,2	6 669	78,8
Bufferissa	2 172	25,7	6 288	74,3

Taulukko 5. Aineiston yhteenveto.

Aineisto sisältää jatkuvia, luokka- ja dummy-muuttujia. Jatkuvat muuttujat ovat lineaarisia, jotka saavat numeerisen arvon. Jatkuvia muuttujia ovat asuinala, rakennusvuosi, kerrosnumero, kauppahinta, velaton hinta ja neliöhinta. Tutkimuksessa rakennusvuodesta käytetään kuitenkin luokkamuuttujaa lineaarisen hintamuuttujan sijaan, sillä rakennusvuotta ei kannata sisällyttää malliin lineaarisena. Lineaarinen hinta on esitetty taulukossa ainoastaan informatiivisuuden vuoksi. Luokkamuuttujat jakavat muuttujat tiettyyn luokkaan, joka on ennalta määritetty Hintaseurantapalvelussa tai ne on määritelty HSP:n tietojen perusteella. Näihin kuuluvat postinumero, rakennusvuosi, kiinteistön kunto, aika, huonemäärä ja tontin omistajuus. Luokkamuuttujien avulla saadaan määriteltyä alueellisen hintatason kontrollimuuttujat ja vakioitua aikamuuttujat. Malli sisältää myös dummy-muuttujia, jotka eivät myöskään käyttyädy lineaarisesti. Dummy-muuttujien avulla tutkimuksissa voidaan käyt-

tää kategorisia selittäjiä, joilla on kaksi arvoa. Dummy-muuttujat on yleensä määritelty ottamaan joko arvon 1 tai 0. Dummy-muuttujia käytetään usein poikkileikkaus- tai aikasarja regressioiden yhteydessä. (KvantiMOTV 2008).

Diplomityössä tutkitaan raitiotien vaikutusta alueen asuntojen hintoihin ajanjaksolla 2015–2018. Vuoden 2018 aineisto ei ole täydellinen, sillä aineisto sisältää ainoastaan ensimmäisen puolen vuoden asuntokaupat. Kuvassa 15 on esitelty koko aineiston asuntokauppojen määrä tarkastelujaksoilla kvartaaleittain.



Kuva 15. Tutkimusaineiston asuntokauppojen määrät kvartaaleittain.

3.7 Tilastollinen malli

Tilastollinen malli muodostetaan valittujen muuttujien avulla hedonista hintamallia hyödyntäen. Regressioanalyysinä käytetään pienimmän neliösumman menetelmää (PNS). Analyysi suoritetaan regressio- ja aikasarja-analyysi ohjelmisto *gretlin* avulla, joka on ilmainen ekonometriseen analyysiin tarkoitettu työkalu (Gretl 2018).

Raitiotien vaikutusta asuntojen hintoihin tutkitaan ajanjaksolla 2015–2018. Hintavaikutus pyritään löytämään *bufferissa* -muuttujan arvon avulla. Tutkimuksen tilastollisen mallin tulokset määrittävät, kuinka paljon kyseinen muuttuja selittää asunnon hinnasta.

Tilastollinen malli muodostuu valituista muuttujista eli hintatekijöistä. Liikennehankkeiden vaikutusta asuntojen hintoihin ei voida tunnistaa ilman muiden asuntojen hintoihin vaikuttavien tekijöiden huomioimista. Tutkimuksen malliin on sisällytetty aineiston muuttujat, joiden katsotaan olevan relevantteja tutkimusta varten. Hintaseurantapalvelun aineiston tiedoista kaikkea mahdollista informaatiota ei ole hyödynnetty, sillä osa tiedosta on vaja-vaista tai tiedolla ei katsota olevan suurta merkitystä asuntojen hintaan.

Lopulliseen malliin on valittu HSP:n aineistosta seuraavat muuttujat: *postinumero*, *asuinala*, *rakennusvuosi*, *neliöhinta*, *kiinteistönkunto*, *kaupan pvm (kvartaali)*, *tontin omistajuus*,

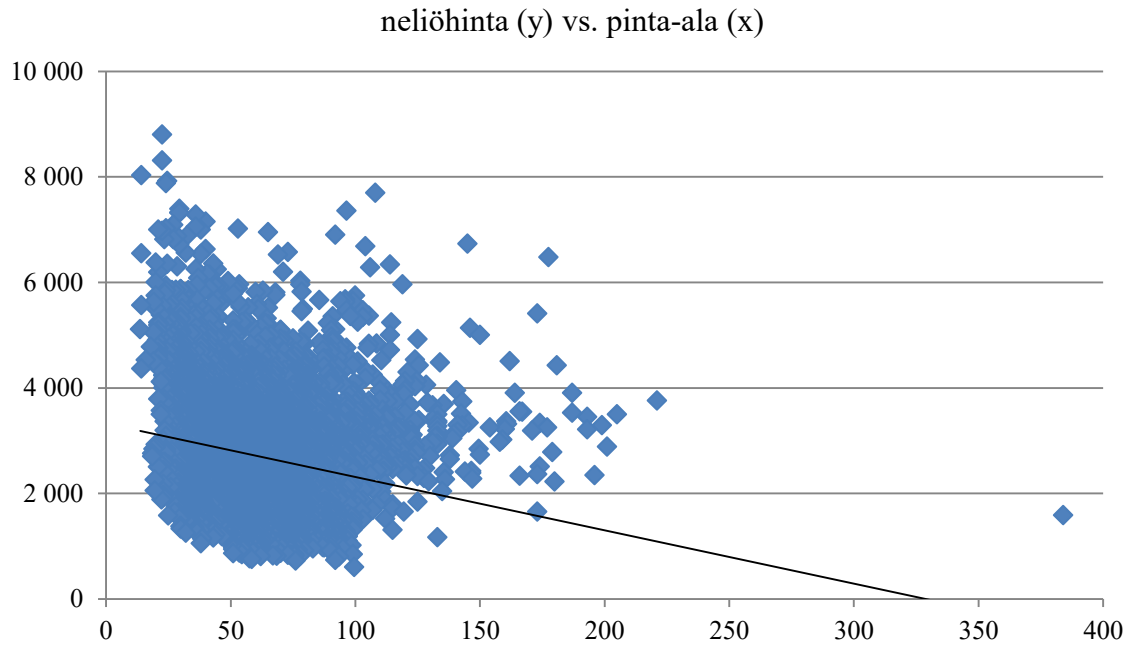
sauna, parveke ja hissi. Lisäksi datan analysointivaiheessa määriteltiin etäisyydet vesialueisiin ja keskustaan, sekä se, onko asuntokauppa raitiotiepysäkin 800 metrin vaikutuspiirissä. Näin ollen malliin lisätään myös *etäisyys keskustaan*, *etäisyys vesistöön* ja *bufferissa* muuttujat. Kyseinen *bufferissa* dummy-muuttuja on merkittävin tätä tutkimusta koskeva muuttuja, sillä se määrittää onko asunto raitiotien vaikutuspiirissä vai ei. *Bufferissa* muuttuja selittää asunnon hintaa eli sitä, onko raitionlinjan läheisyydessä sijaitsevilla asunnoilla preemiota eli positiivista vaikutusta asuntojen hintoihin, ja kuinka suuri mahdollinen vaikutus on.

Jatkuvien eli lineaaristen muuttujien kohdalla tutkimuksessa käytetään logaritmisia arvoja, sillä näin mallista saadaan korjattua aineiston mahdollista epälineaarisuutta ja arvot saadaan lähemmäs normaalijakaumaa. Logaritmiarvot on otettu neliöhinnalle, asuinallalle, etäisyydelle keskustaan ja etäisyydelle vesistöön. Arvojen normaaliutta testataan *Kurtosis* ja *Vinous* mittareilla. Arvojen ollessa lähempänä nollaa, ovat ne lähempänä normaalijakaumaa. Lineaaristen muuttujien *kurtosis* ja *vinous* arvot on esitetty taulukossa 6.

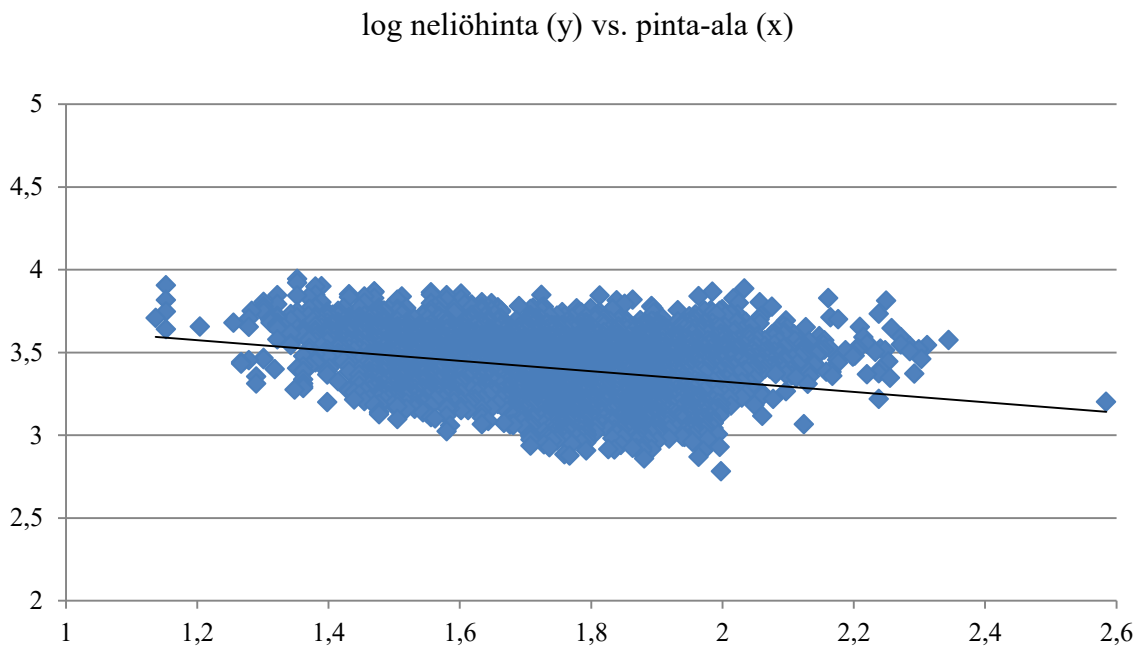
	<i>log</i>		<i>log</i>		<i>log</i>		<i>log</i>	
	<i>Asuinalla</i>	<i>Asuinalla</i>	<i>Neliöhinta</i>	<i>Neliöhinta</i>	<i>et keskipis</i>	<i>et keskipis</i>	<i>et vesis</i>	<i>et vesis</i>
Keskiarvo	58,7	1,7	2731,0	3,4	4414,5	3,5	666,6	2,7
Keskivirhe	0,2	0,0	11,0	0,0	34,0	0,0	4,7	0,0
Mediaani	56,5	1,8	2738,1	3,4	3396,3	3,5	544,0	2,7
Moodi	56,0	1,7	3000,0	3,5	1492,4	3,2	893,2	3,0
Keskihajonta	21,3	0,2	1011,3	0,2	3125,7	0,4	432,6	0,3
Otosvarianssi	451,6	0,0	1022768,2	0,0	9769726,7	0,2	187152,2	0,1
Kurtosis	10,4	0,3	1,3	-0,2	-1,4	5,3	0,6	1,1
Vinous	1,6	-0,2	0,7	-0,4	0,4	-1,1	0,9	-0,8
Alue	370,3	1,4	8197,0	1,2	11396,3	4,1	2490,0	2,5
Minimi	13,7	1,1	603,0	2,8	0,0	0,0	7,9	0,9
Maksimi	384,0	2,6	8800,0	3,9	11396,3	4,1	2497,9	3,4
Lukumäärä	8460	8460	8460	8460	8460	8460	8460	8460

Taulukko 6. Jatkuvien muuttujien tunnusluvut

Taulukon luvuista huomataan, että logaritmi arvot ovat selvästi lähempänä nollaa asuinallan ja neliöhinnan muuttujissa, mutta osittain kauempana etäisyyksien mittareissa. Mallissa tullaan käyttämään jokaisen lineaarisen muuttujan kohdalla logaritmiarvoa, sillä näin tulosten vertailu on selkeämpää. Kuvat 16 ja 17 havainnollistavat miten logaritmimuunnos korjaa muuttujien epälineaarisuutta neliöhinnan ja pinta-alan välillä.



Kuva 16. Neliöhinnan ja pinta-alan lineaarinen yhteys



Kuva 17. Neliöhinnan ja pinta-alan lineaarinen yhteys (logaritmi muoto)

Kaikki luokkamuuttujat on mahdollista muuntaa dummy-muuttujiksi. Kaikista epälineaarisista muuttujista (luokka- ja dummy-muuttujista) muodostetaan dummy-muuttujat. Dummy-muuttujien muunnos tehdään gretlin *Dummify* toiminnolla. Regressiomallissa regressiokerroin ilmaisee paljonko tutkittu ryhmä (Dummy 1) eroaa muista (Dummy 0). Useamman kuin kaksi vaihtoehtoa sisältävien muuttujien kohdalla, malliin tulee aina ottaa mukaan yksi Dummy-muuttuja vähemmän kuin niitä on luotu. Tällöin malliin jätettyjä muuttujia vertaillaan mallista poistettuun muuttujaan. Vertailukohdan valinnalla ei ole suurem-

paa merkitystä, sillä vaikka valinnalla on merkitystä regressiokertoimien arvoihin, niin tulkinat pysyvät samana. (KvantiMOTV 2008).

Tilastollisessa mallissa riippuvana muuttujana käytetään asunnon hintaa kuvaavaa muuttujaa. Tässä tutkimuksessa riippuvana muuttujana käytetään asunnon velatonta neliöhintaa, josta on otettu logaritmimuunnos. Neliöhinta sopii tutkimuskohteeksi kauppahintaa paremmin, sillä neliöhinta on selkeämpi asunnon hinnan mittari. Neliöhinta ottaa huomioon kauppahinnan ja asunnon pinta-alan välisen suhteen, jolloin asuntojen hinnat saadaan vertailukelpoiseksi. Myös asuntojen arvon määritykset tehdään neliöhintojen kautta, mikä kertoo neliöhinnan olevan merkityksellisemmässä roolissa kuin kokonaishinta.

Tutkimuksen perusmalli saa muodon:

$$\text{Ln}P = \beta x + u \quad (5)$$

missä Ln edustaa logaritmimuunnosta
 P asunnon hintaa
 β vakiokertoimien matriisiä
 x selittäviä muuttujia
 u virhekerrointa

Tutkimuksessa käytettävän tilastollisen mallin muoto on:

$$\begin{aligned} \text{Ln}(\text{Velattoman kauppahinnan neliöhinta}) = & \beta_0 + \beta_1 * \text{Ln}(\text{Asuinala}) + \beta_2 * \text{Ln}(\text{Etäisyys keskusta-}) \\ & \text{kustaan}) + \beta_3 * \text{Ln}(\text{Etäisyys vesistöön}) + \beta_4 * \text{Bufferissa} + \beta_5 * \text{Myyntihetki Q1_2015} + \dots + \\ & \beta_{18} * \text{Myyntihetki Q2_2018} + \beta_{19} * \text{Kiinteistönkunto_1} + \dots + \beta_{24} * \text{Kiinteistönkunto_6} + \\ & \beta_{25} * \text{Tontinomistajuus_1} + \beta_{26} * \text{Tontinomistajuus_2} + \beta_{27} * \text{Sauna} + \beta_{28} * \text{Hissi} + \\ & \beta_{29} * \text{Parveke} + \beta_{30} * \text{Postinumero_1} + \dots + \beta_{59} * \text{Postinumero_32} + \\ & \beta_{60} * \text{Rakennusvuosiluku_1} + \dots + \beta_{69} * \text{Rakennusvuosiluku_10} + u \end{aligned}$$

Tutkimuksessa käytetään askeltavaa menettelyä (stepwise selection), jossa muuttujia lisätään ja poistetaan ennalta määritellyn kriteerin perusteella. Askeltava menettely on hyödyllinen tapa etenkin malleissa, joissa selittäviä muuttujia on paljon. Tässä tutkimuksessa muuttujien p-arvo halutaan saada mahdollisimman tilastollisesti merkitseväksi ja VIF luku alle kymmenen. Muuttujien valinnassa noudatetaan seuraavaa strategiaa:

1. Valitaan malliin kaikki etukäteen valitut selittävät muuttujat
2. Suoritetaan PNS-regressio gretl tilasto-ohjelmassa (*Ordinary Least Squares*)
3. Testataan ja analysoidaan tuloksia
4. Harkitaan selittävien muuttujien poistamista, joiden p-arvo on tilastollisesti merkitsetön tai VIF lähellä 10
5. Suoritetaan PNS-regressio uudelleen / Malli on valmis

Virhetermien homoskedastisuus vaarantuu usein hedonisissa malleissa. Tällöin standardoidut virhetermit ovat vääriä, eikä päätelmiä kertoimien tilastollisesta merkitsevyydestä voi tehdä. Mallissa on käytetty heteroskedastisuudelle robusteja virhetermejä ongelman minimoimiseksi.

4 Tutkimuksen tulokset

Seuraavassa luvussa esitellään tutkimuksen keskeiset tulokset, tulosten tulkinta ja mallin arviointi. Tutkimusaineiston analyysi perustuu kvantitatiiviseen menetelmään ja tutkimuksen tulokset regressioanalyysipohjaiseen hintamalliin. Tutkimuksessa käytetty malli on esitetty kappaleessa 3.

4.1 Tulokset

Tutkimuksessa muodostettiin raitiotien hintavaikutusta mittaava malli. Muuttuja *bufferissa* ilmaisee, kuinka paljon raitiotiepysäkin läheisyys vaikuttaa bufferin sisällä olevien asuntojen hintoihin. Seuraava taulukko esittelee regressiomallin tulokset.

Malli:

PNS, Käytetyt havainnot 1-8460 (n = 8451)
 Mallista poistetut puuttuvat tai epätäydelliset havainnot: 9
 Riippuva muuttuja: l_Neliointa
 Heteroskedastisuus-robust standard errors, variant HC1

Muuttuja	Kerroin	Keskihajonta	z	p-arvo	
const	10,8644	0,0642349	169,1	<0,0001	***
l_et_keskpiis	-0,154039	0,00770500	-19,99	<0,0001	***
l_et_vesis	-0,0235672	0,00402865	-5,850	<0,0001	***
DPsDummy_2	0,126964	0,00941176	13,49	<0,0001	***
DPsDummy_3	0,122598	0,0116812	10,50	<0,0001	***
DPsDummy_4	0,0979702	0,0232020	4,222	<0,0001	***
DPsDummy_5	0,0546011	0,00905077	6,033	<0,0001	***
DPsDummy_6	0,137051	0,0100367	13,66	<0,0001	***
DPsDummy_7	-0,146672	0,0162167	-9,044	<0,0001	***
DPsDummy_8	-0,156212	0,0132653	-11,78	<0,0001	***
DPsDummy_10	-0,137064	0,0248237	-5,521	<0,0001	***
DPsDummy_12	-0,275301	0,0194089	-14,18	<0,0001	***
DPsDummy_13	0,0588976	0,0119695	4,921	<0,0001	***
DPsDummy_14	-0,236504	0,0159113	-14,86	<0,0001	***
DPsDummy_15	-0,231422	0,0178316	-12,98	<0,0001	***
DPsDummy_16	-0,0412509	0,0247960	-1,664	0,0962	*
DPsDummy_17	-0,273507	0,0199639	-13,70	<0,0001	***
DPsDummy_18	-0,211807	0,0197952	-10,70	<0,0001	***
DPsDummy_19	-0,0507071	0,0160762	-3,154	0,0016	***
DPsDummy_20	-0,158031	0,0193734	-8,157	<0,0001	***
DPsDummy_21	-0,130039	0,0191257	-6,799	<0,0001	***
DPsDummy_22	-0,129917	0,0160955	-8,072	<0,0001	***
DPsDummy_23	-0,172512	0,0178055	-9,689	<0,0001	***
DPsDummy_24	-0,0925084	0,0218949	-4,225	<0,0001	***
DPsDummy_25	-0,302772	0,0206695	-14,65	<0,0001	***
DPsDummy_26	-0,275280	0,0258264	-10,66	<0,0001	***
DPsDummy_27	-0,288406	0,0239419	-12,05	<0,0001	***
DPsDummy_28	-0,269615	0,0202629	-13,31	<0,0001	***
DPsDummy_29	-0,430806	0,0237259	-18,16	<0,0001	***
DPsDummy_30	-0,473738	0,0764462	-6,197	<0,0001	***

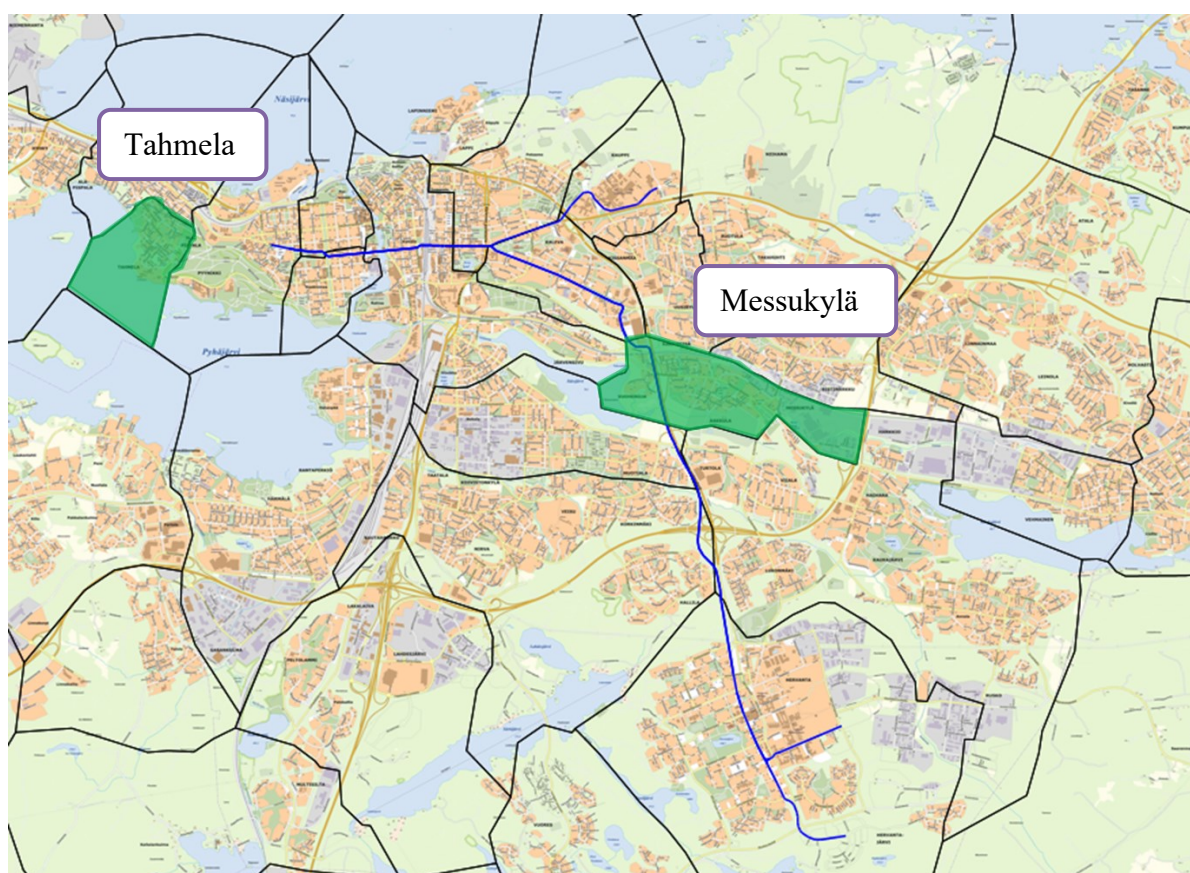
DPsDummy_31	-0,535992	0,0199554	-26,86	<0,0001	***
DPsDummy_32	-0,284387	0,0279546	-10,17	<0,0001	***
DKiinteistonkunto_1	0,0479223	0,0104378	4,591	<0,0001	***
DKiinteistonkunto_3	-0,0548352	0,00740407	-7,406	<0,0001	***
DKiinteistonkunto_4	0,0883810	0,0149733	5,903	<0,0001	***
DKiinteistonkunto_5	-0,115877	0,00448137	-25,86	<0,0001	***
DKiinteistonkunto_6	-0,249958	0,0179699	-13,91	<0,0001	***
DRakennusvuosil_1	0,139485	0,00959123	14,54	<0,0001	***
DRakennusvuosil_3	-0,311812	0,0109012	-28,60	<0,0001	***
DRakennusvuosil_4	-0,215695	0,0210628	-10,24	<0,0001	***
DRakennusvuosil_5	-0,329278	0,00775591	-42,46	<0,0001	***
DRakennusvuosil_6	-0,399584	0,00866311	-46,12	<0,0001	***
DRakennusvuosil_7	-0,138089	0,00811072	-17,03	<0,0001	***
DRakennusvuosil_8	-0,314003	0,00910065	-34,50	<0,0001	***
DRakennusvuosil_9	-0,254445	0,00848922	-29,97	<0,0001	***
DRakennusvuosil_10	-0,390650	0,0134864	-28,97	<0,0001	***
DTontinomistajuus_2	0,0461703	0,00541077	8,533	<0,0001	***
DAIKA_1	-0,0451312	0,00899549	-5,017	<0,0001	***
DAIKA_2	-0,0440731	0,00913085	-4,827	<0,0001	***
DAIKA_3	0,0299616	0,00861609	3,477	0,0005	***
DAIKA_4	-0,0386447	0,00893598	-4,325	<0,0001	***
DAIKA_5	0,0337916	0,0124661	2,711	0,0067	***
DAIKA_6	-0,0630947	0,00908629	-6,944	<0,0001	***
DAIKA_7	-0,0147764	0,00810922	-1,822	0,0684	*
DAIKA_8	-0,0330571	0,00883666	-3,741	0,0002	***
DAIKA_9	-0,0571857	0,00900389	-6,351	<0,0001	***
DAIKA_10	-0,0274405	0,00851804	-3,221	0,0013	***
DAIKA_11	-0,0703113	0,00963090	-7,301	<0,0001	***
DAIKA_12	-0,0609431	0,00927287	-6,572	<0,0001	***
DAIKA_13	-0,0157536	0,00848841	-1,856	0,0635	*
l_Asuinala	-0,320441	0,00602714	-53,17	<0,0001	***
bufferissa	0,0275690	0,00635839	4,336	<0,0001	***
Sauna	0,0345930	0,00748652	4,621	<0,0001	***
Hissi	0,0175859	0,00454457	3,870	0,0001	***
Parveke	-0,0340311	0,00595755	-5,712	<0,0001	***
Mean dependent var	7,841287	S.D. dependent var	0,387087		
Sum squared resid	196,2583	S.E. of regression	0,152981		
R-squared	0,844992	Adjusted R-squared	0,843809		
F(64, 8386)	3983,342	P-value(F)	0,000000		
Log-likelihood	3907,452	Akaike criterion	-7684,904		
Schwarz criterion	-7227,172	Hannan-Quinn	-7528,659		

Taulukko 7. Regressiomallin tulokset

4.2 Tulosten tulkinta

Lopullinen malli on tilastollisesti merkitsevä. Muuttujien merkitsevyyden taso vaihtelee * ja *** välillä, jolloin virheellisen päätelmän todennäköisyys on 1-5 %. Lopullisen mallin selitysaste on 84,5 %, jolloin malli pystyy siis selittämään 84,5 % asuntojen hintojen vaihtelusta.

Alkuperäisessä mallissa lähes kaikki muuttujat kahta postinumeroa lukuun ottamatta ovat erittäin merkitseviä. Lopullinen malli muodostui poistettaessa kyseiset postinumerot, joiden p-arvo oli yli 0,1. Näillä postinumeroalueilla on tarkastelujaksolla tapahtunut suhteellisen vähän kauppia, mikä todennäköisesti selittää niiden alhaisen merkitsevyystason. Tahmelan (33240) alueella on tehty kolmen ja puolen vuoden aikana 62 kauppaa ja Messukylän (33700) alueella vain 9. Mallista poistetut postinumerot on esitetty kartalla kuvassa 18.



Kuva 18. Mallista poistetut postinumerot ja raitiotien I. vaihe kartalla

Tutkimuksen kiinnostavin ja olennaisin muuttuja on *bufferissa*, joka mittaa hintavaikutusta raitiotiepysäkkien läheisyydessä. Tutkimuksen tulosten mukaan raitiotiepysäkin 800 metrin vaikutusalueella olevat asunnot ovat 2,8 % kalliimpia verrattuna vaikutusalueen ulkopuolella oleviin asuntoihin.

Malliin on olennaista sisällyttää myös muita asunnon hintaan vaikuttavia muuttujia, jotta raitiotiepysäkin vaikutus saadaan erotettua muista hintaan vaikuttavista tekijöistä. Mallissa käytettyjen selittävien muuttujien vaikutus asuntojen neliöhintaan tai luokkamuuttujien vertailu dummyihin on esitetty taulukossa 8.

<i>Muuttuja</i>	<i>Kerroin</i>	<i>Vaikutus</i>
Bufferissa	0,028	+
Asuinala (ln)	-0,320	-
Etäisyys keskustaan (ln)	-0,154	-
Etäisyys vesistöön (ln)	-0,024	-
Tontinomistajuus (d)	0,046	+
Sauna (d)	0,035	+
Hissi (d)	0,018	+
Parveke (d)	-0,034	-
Rakennusvuosi (d) 2010-2017	0,139485	+
Rakennusvuosi (d) 1920-1939	-0,311812	-
Rakennusvuosi (d) – 1919	-0,215695	-
Rakennusvuosi (d) 1960-1969	-0,329278	-
Rakennusvuosi (d) 1970-1979	-0,399584	-
Rakennusvuosi (d) 1990-1999	-0,138089	-
Rakennusvuosi (d) 1950-1959	-0,314003	-
Rakennusvuosi (d) 1980-1989	-0,254445	-
Rakennusvuosi (d) 1940-1949	-0,390650	-
Kaupan ajankohta (d) 2016 Q3	-0,0451312	-
Kaupan ajankohta (d) 2016 Q1	-0,0440731	-
Kaupan ajankohta (d) 2018 Q1	0,0299616	+
Kaupan ajankohta (d) 2016 Q4	-0,0386447	-
Kaupan ajankohta (d) 2018 Q2	0,0337916	+
Kaupan ajankohta (d) 2015 Q4	-0,0630947	-
Kaupan ajankohta (d) 2017 Q3	-0,0147764	-
Kaupan ajankohta (d) 2016 Q2	-0,0330571	-
Kaupan ajankohta (d) 2015 Q2	-0,0571857	-
Kaupan ajankohta (d) 2017 Q1	-0,0274405	-
Kaupan ajankohta (d) 2015 Q1	-0,0703113	-
Kaupan ajankohta (d) 2015 Q3	-0,0609431	-
Kaupan ajankohta (d) 2017 Q2	-0,0157536	-
Kunto (d): Erinomainen	0,0479223	+
Kunto (d): Tunteaton	-0,0548352	-
Kunto (d): Uusi	0,0883810	+
Kunto (d): Tyydyttävä	-0,115877	-
Kunto (d): Huono	-0,249958	-

ln = logaritmimuuttuja, d = dummy-muuttuja

Taulukko 8. Muuttujien vaikutuskertoimet asuntojen neliöhintaan tai luokkamuuttujan vertailu dummyyn

Taulukossa esitettyjen selittävien muuttujien lisäksi, tutkimukseen kuuluu olennaisena osana postinumerot, joilla on kontrolloitu alueiden hintatasojen eroja. Postinumeroiden kohdalla asuntojen hintoja on vertailtu Tampereen keskuksen postinumeroon 33100. Postinumeroiden vaikutuskertoimet on esitelty taulukossa 9.

<i>Postinumero / alue</i>	<i>Kerroin</i>	<i>Merkitystaso</i>
DPsDummy_2 33200 Tampere Keskus Läntinen	0,126964	***
DPsDummy_3 33230 Länsi-Amuri	0,122598	***
DPsDummy_4 33180 Lapinniemi-Käpylä	0,0979702	***
DPsDummy_5 33500 Osmonmäki-Petsamo	0,0546011	***
DPsDummy_6 33210 Itä-Amuri-Tammerkoski	0,137051	***
DPsDummy_7 33270 Epilä	-0,146672	***
DPsDummy_8 33900 Härmälä-Rantaperkiö	-0,156212	***
DPsDummy_10 33400 Luoteis-Tampere	-0,137064	***
DPsDummy_12 33720 Hervanta	-0,275301	***
DPsDummy_13 33540 Kaleva	0,0588976	***
DPsDummy_14 33800 Nekala	-0,236504	***
DPsDummy_15 33710 Kaukajärvi	-0,231422	***
DPsDummy_16 33250 Pispala	-0,0412509	*
DPsDummy_17 33410 Lentävänniemi	-0,273507	***
DPsDummy_18 33300 Rahola	-0,211807	***
DPsDummy_19 33530 Kissanmaa, Uusikylä, Hakametsä	-0,0507071	***
DPsDummy_20 33870 Vuores	-0,158031	***
DPsDummy_21 33580 Atala- Linnainmaa	-0,130039	***
DPsDummy_22 33560 Takahuhti	-0,129917	***
DPsDummy_23 33820 Koivistonkylä	-0,172512	***
DPsDummy_24 33520 Keskussairaala-alue-Kauppi	-0,0925084	***
DPsDummy_25 33310 Tesoma	-0,302772	***
DPsDummy_26 33340 Lamminpää-Ikuri	-0,275280	***
DPsDummy_27 33330 Myllypuro-Kalkku	-0,288406	***
DPsDummy_28 33840 Peltolammi	-0,269615	***
DPsDummy_29 33850 Multisilta	-0,430806	***
DPsDummy_30 33420 Lamminpää	-0,473738	***
DPsDummy_31 33610 Olkahinen-Tasanne	-0,535992	***
DPsDummy_32 33730 Leinola-Vehmainen	-0,284387	***

Taulukko 9. Postinumeroitten vaikutuskertoimet verrattuna Tampereen keskukseen.

Logaritmistien muuttujien kertoimista ei voida suoraan päätellä hintavaikutuksen suuruutta, vaan näiden tuloksia kuuluu tulkita prosentuaalisten muutosten kautta. Etumerkki kuitenkin jo kertoo vaikutuksen suunnan. Logaritmisia arvoja tulkitaan esim. asuinalaa tarkasteltaessa kaavalla:

$$\ln(\text{Neliöhinta}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{Asuinala}) + \beta_2 \dots \beta_n \quad (6)$$

missä esim. $\beta_1 = -0,320$, jolloin 1 % muutos asuinalassa laskee neliöhintaa 0,32 %. Vela-ton neliöhinta kasvaa tai pienenee siinä suhteessa minkä kertoimen (co-efficient) arvon malli on saanut.

Asuinalan vaikutus neliöhintaan on odotetusti negatiivinen. Vaikka asuntojen hinnat normaalisti nousevat mitä suurempi asuinala on, vaikutus neliöhintaan on käänteinen, sillä suuremmilla asunnoilla on yleensä pienempi neliöhinta. Neliömäärän nousu vaikuttaa negatiivisesti asunnon neliöhintaan.

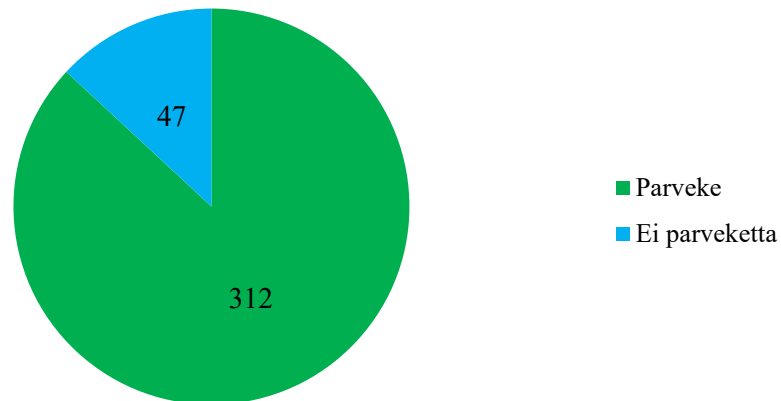
Etäisyydet keskustaan ja vesistöön aiheuttavat negatiivisen hintavaikutuksen. Mitä kauempana asunto on keskustasta tai vesistöstä, sitä alhaisempi asuntojen neliöhinta on. 1 % muutos etäisyydessä keskustaan alentaa asunnon hintaa 0,15 % ja 1 % muutos etäisyydessä vesistöön 0,02 %. Keskustaetäisyydellä ja vesistön läheisyydellä on merkittävä vaikutus asuntojen hintoihin, sillä usein näille alueille kohdistuu suuri kysyntä. Tutkimusaineistossa alle 800 metrin päässä keskustasta sijaitsevien asuntojen keskimääräinen neliöhinta on n. 3700 €, kun taas keskustasta kauempana sijaitsevien asuntojen neliöhinta on n. 2700 €. Alle 50 metrin päässä vesistöstä sijaitsevien asuntojen keskimääräinen neliöhinta on n. 4250 €, kun taas vesistöstä kauempana sijaitsevien asuntojen neliöhinta on n. 2720 €.

Tontin omistajuutta on mitattu dummy-muuttujalla, jolloin tulokset ilmoittavat suoraan prosentuaalisen hintamuutoksen ($x \cdot 100 \%$). Mallin dummy-muuttuja kuvastaa oman tontin hintavaikutusta vuokratonttiin verrattuna. Mallin tulosten mukaan omalla tontilla sijaitsevien asuntojen neliöhinnat ovat 4,6 % korkeampia verrattuna vuokratontilla sijaitseviin asuntoihin. Tulokset ovat odotettuja, sillä vuokratontti vaikuttaa yleensä alentavasti asunnon hintaan. Esimerkiksi Laakson vuoden 2015 tutkimuksessa kunnan vuokratontti alensi asunnon hintaa keskimäärin 12–15 % ja kehyskunnissa 2–3 %, Larinkosken ja Jantusen tutkimuksissa omalla tontilla sijaitsevan asunnon neliöhinta oli 7–12 % ja n. 4,6 % kalliimpi vuokratonttiin verrattuna (Laakso 2015; Larinkoski 2016; Jantunen 2017).

Saunan hintavaikutus on positiivinen. Saunan sisältävät asunnot ovat 3,5 % kalliimpia verrattuna saunattomiin asuntoihin. Saunalla on edelleen suuri merkitys asunnon hintaan, mutta yhä suurempi osa kodinostajista ei ole valmiita maksamaan lisää omasta saunasta (Talouselämä 2015).

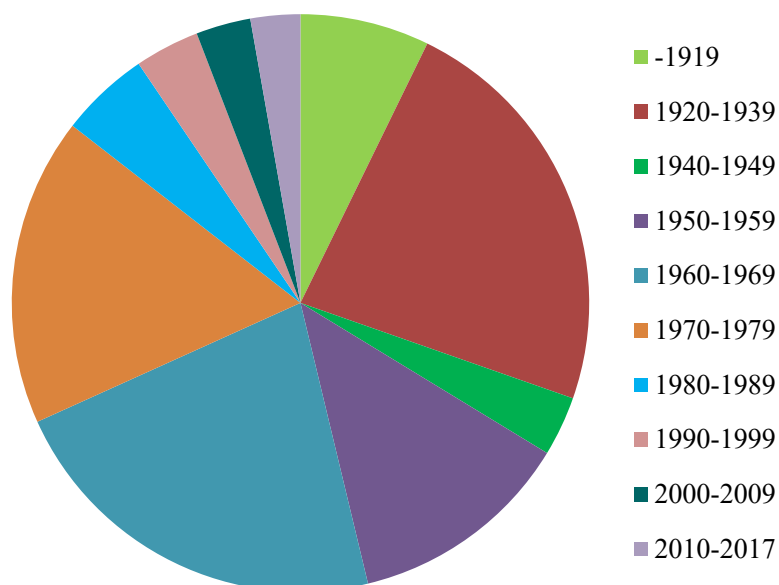
Myös hissin hintavaikutus on positiivinen. Hissin sisältävien kerrostalojen asuntojen hinnat ovat 1,7 % kalliimpia verrattuna hissittömien kerrostalojen asuntoihin. Yleensä hisseillä ei ole välttämättä suoraa vaikutusta asunnon hintaan, mikä selittää suhteellisen pienen hintavaikutuksen (Talouselämä 2015). Kuitenkin erityisesti lapsiperheet ja vanhukset ovat valmiita maksamaan hissistä (Huoneistokeskus 2018).

Parvekkeella on negatiivinen hintavaikutus, eli parvekkeelliset asunnot ovat halvempia verrattuna asuntoihin ilman parveketta. Tutkimuksen mukaan parveke laskee asunnon hintaa 3,4 %. Todellisuudessa parveke on usein asunnon hintaa korottava ominaisuus (Huoneistokeskus 2018, ESKV 2017). Tässä tutkimuksessa hintaa vääristää todennäköisesti usean hintavan keskusta-asunnon määrä, joilla ei ole parveketta. Keskustan asunnoissa parvekkeita on usein suhteellisesti vähemmän, mutta asuntojen hinnat ovat silti aineiston korkeimpia. Kuva 19 esittää tutkimusaineiston keskustaetäisyydellä olevien parvekkeellisten asuntojen määrän koko aineistosta. Kuten kuvasta näkyy, alle 800 metrin etäisyydellä keskustasta olevien parvekkeellisten asuntojen määrä edustaa ainoastaan 13 % (47 kpl) kyseisistä asunnoista, kun koko aineiston parvekkeellisten asuntojen osuus on 22 %.



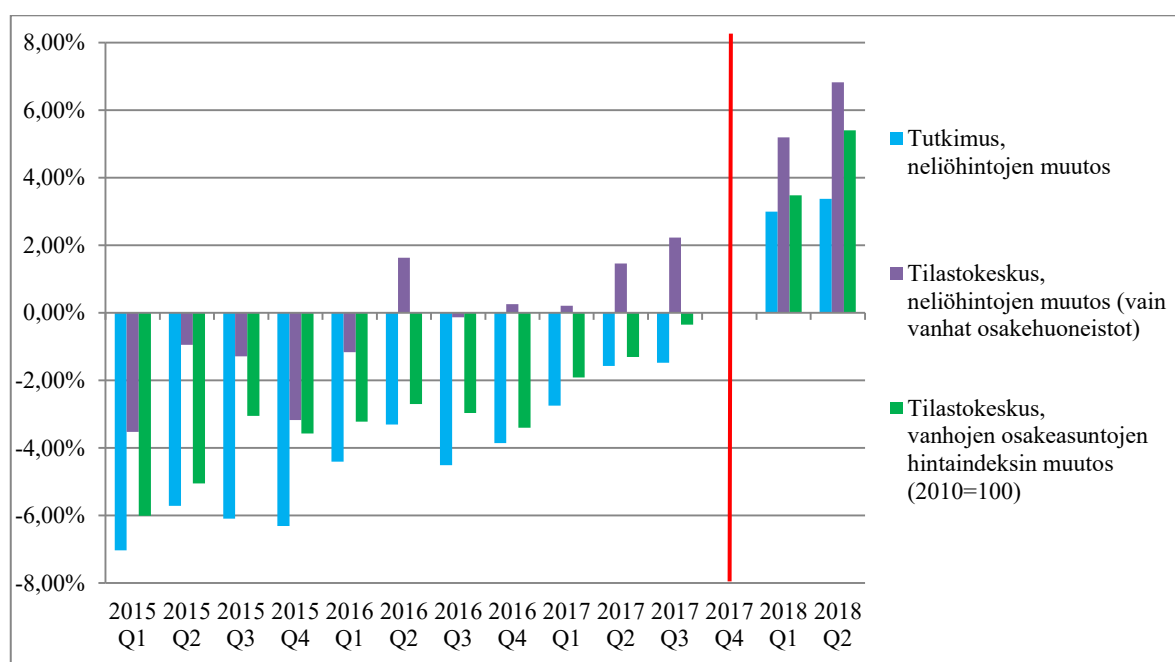
Kuva 19. Keskusta-alueen (alle 800 m etäisyydellä keskustasta) parvekkeellisten asuntojen osuus

Rakennusvuoden vaikutusta asunnon hintaan on tarkasteltu määriteltyjen rakennusvuosisluokkien avulla. Rakennusvuosisluokkien vertailuarvona on käytetty luokkaa 2000–2009. Ainoastaan vuosina 2010–2017 rakennetuilla asunnoilla on positiivinen hintavaikutus vertailuluokkaan. Vuonna 2010–2017 rakennetut asunnot ovat 14 % kalliimpia verrattuna vuonna 2000–2009 rakennettuihin asuntoihin. Vanhempien rakennusvuosisluokkien negatiivinen hintavaikutus vaihtelee 13–40% välillä. Tulokset ovat johdonmukaisia, sillä uudet asunnot ovat usein kalliimpia verrattuna vanhempiin. Vanhoissa asunnoissa voi olla merkittävästi enemmän korjaustarpeita ja tulevia remonteja, jotka vaikuttavat asunnon hintaan alenevasti. Usein kaupungeissa, joiden keskusta-alue on vanha, vanhojen asuntojen neliöhinnat voivat olla myös uudempia kalliimpia. Tässä tutkimuksessa kyseistä tilannetta ei ole havaittu, mikä kertoo keskusta-alueen asuntojen monipuolisesta rakennusvuosisluokasta, olettaen että keskustan läheisyys kasvattaa asunnon neliöhintaa. Kuva 20 esittää keskusta-alueen (alle 800 m päässä keskustasta) sijaitsevien asuntojen rakennusvuosisluokkien suhteellisen jakauman.



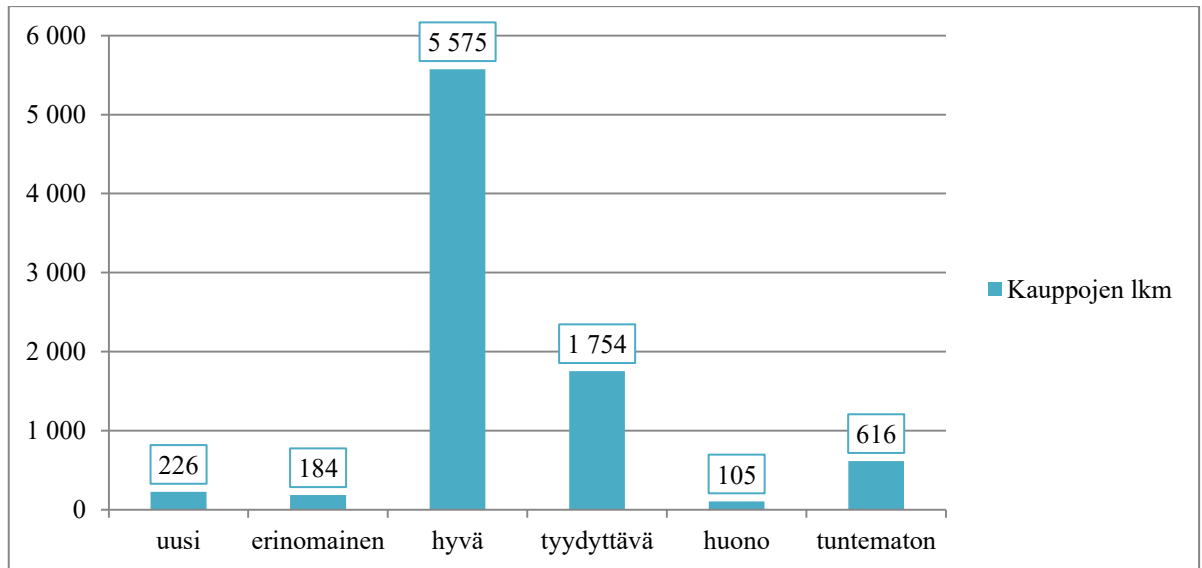
Kuva 20. Keskusta-alueen asuntojen rakennusvuosisluokkien suhteellinen jakauma.

Kaupan ajankohdan avulla voidaan tutkia yleistä asuntojen hintakehitystä. Tutkimuksessa vertailuajankohtana käytettiin vuoden 2017 neljättä kvartaalia. Tulosten mukaan vuoden 2018 ensimmäisenä ja toisena kvartaalina myydyt asunnot olivat 3 ja 3,4 % kalliimpia verrattuna vuoden 2017 Q4 hintoihin. Muina kvartaaleina asuntojen hinnat olivat vertailuajankohtaa halvempia. Tutkimuksen neliöhintojen muutosta on verrattu Tilastokeskuksen osakeasuntojen hintoja kuvaaviin muuttujiin: Vanhojen osakeasuntojen kauppohenkilöihin ja vanhojen osakehuoneistojen hintaindeksien muutoksiin, jotka on muutettu myös vertailemaan muiden kvartaalien lukuja vuoden 2017 Q4 lukuihin. Kuten kuvasta 21 huomataan, tutkimuksen tulokset vastaavat suhteellisen osuvasti myös Tilastokeskuksen mittaamiin asuntojen hintamuutoksiin. Tuloksinassa tulee ottaa huomioon, että tämän tutkimuksen tuloksissa on mukana myös uusien asuntojen hintamuutokset, kun tilastokeskuksen luvuissa tarkastelun kohteena on ainoastaan vanhojen osakeasuntojen hintakehitys. Kvartaalittainen asuntojen hintakehitys on ollut suhteellisen tasaisesti nousevaa, joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta.



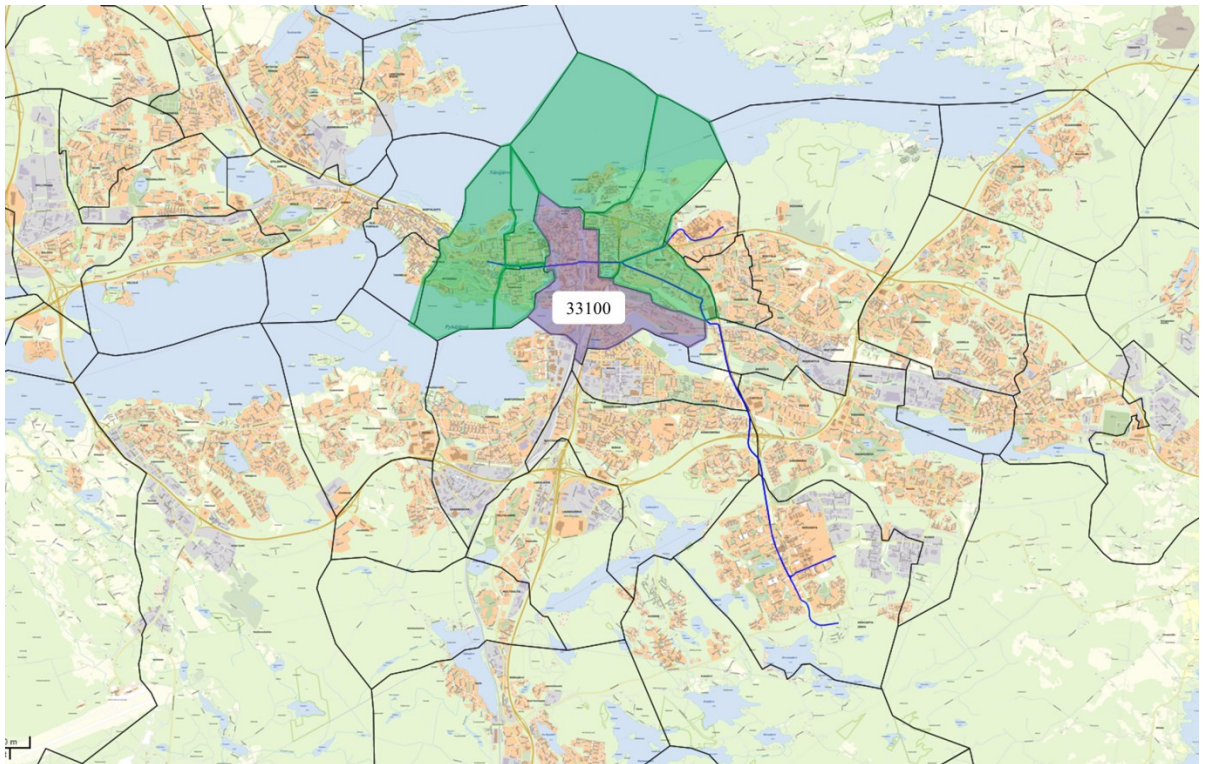
Kuva 21. Myyntiajankohdan hintavaikutus vertailuajankohtaan 2017 Q4 (Mukauttaen Tilastokeskus 2018c, Tilastokeskus 2018d)

Asunnon kuntoa tarkastellaan myös dummy-muuttujien kautta. Kuntoa *Hyvä* vertaillaan muun tasoisiiin asuntoihin. Tutkimuksen tulosten mukaan uusien ja erinomaisessa kunnossa olevien asuntojen hinnat ovat korkeampia verrattuna hyväkuntoisiin. Uudet asunnot ovat 8,8 % ja erinomaisessa kunnossa olevat 4,8 % kalliimpia kuin hyvässä kunnossa olevat asunnot. Tyydyttävässä kunnossa olevat asunnot taas ovat 11,6 % ja huonossa kunnossa olevat 25 % halvempia hyväkuntoisiin verrattuna. On hyvä muistaa, että tutkimusaineistosta on poistettu uudiskaupat, minkä vuoksi kuntoluokka *Uusi* edustaa kiinteistönvälittäjän omaa mielipidettä asunnon kunnosta. Tulokset vaikuttavat realistisilta, mutta aineiston tuloksinassa tulee ottaa huomioon, että useammassa kuntoluokassa havaintoja on suhteellisen vähän ja havainnot ovat subjektiivisia. Esimerkiksi uusien, sekä erinomaisessa ja huonossa kunnossa olevien asuntojen kappalemäärät ovat alhaisia. Seuraava taulukko esittelee tutkimuksen mallissa käytetyn asunnon kuntoa mittaavan hinta-aineiston.



Kuva 22. Tutkimuksessa käytetyn aineiston kuntoluokkien erittely ja kappalemäärät.

Alueellisia hintatason eroja on tutkittu postinumeroiden avulla. Vertailuryhmänä on käytetty Tampereen keskuksen postinumeroa 33100, johon muilla postinumeroalueilla tapahtuneita asuntokauppahintoja on vertailtu. Positiiviset hintavaikutuksen suunnat verrattuna postinumeroon 33100 on esitetty kuvassa 23.



Kuva 23. Postinumeroalueet joiden hintavaikutus on positiivinen verrattuna keskustan postinumeroon 33100

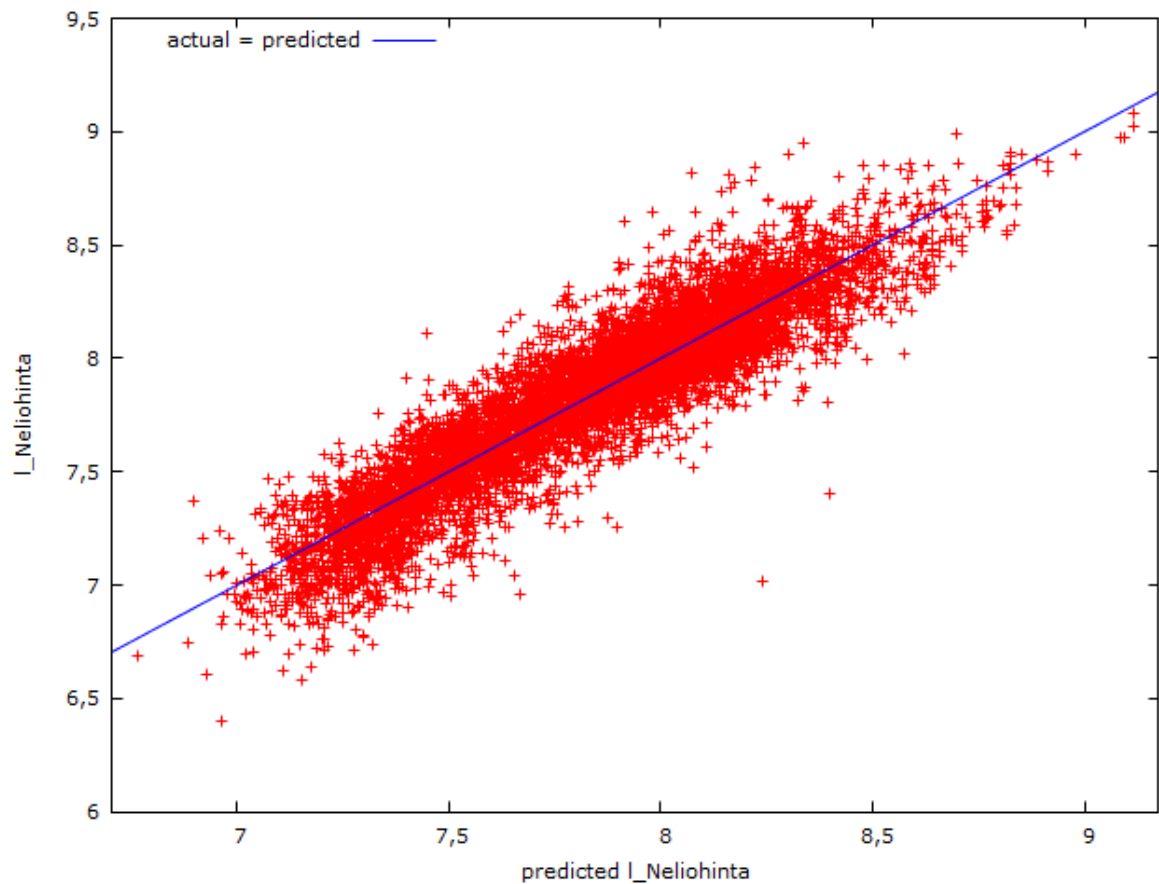
Keskusta-alueella on yleensä kaupungin kalleimmat asuntojen neliöhinnat. Kuvasta 23 huomataan, että Tampereen kalleimmat neliöhinnat ovat keskittyneet juurikin kaupungin keskusta-alueelle. Tampereen keskus ei kuitenkaan ole kalleinta aluetta, vaan tutkimuksen

mukaan asuntojen neliöhinnat ovat korkeampia Länsi-Amurin, Tampere keskus Läntisen, Itä-Amuri-Tammerkosken, Lapinniemi-Käpylän, Osmonmäki-Petsamon ja Kalevan postinumeroalueilla. Näiden alueiden asuntojen neliöhinnat ovat 5,5–13,7 % kalliimpia verrattuna Tampereen keskuksen postinumeroalueella sijaitseviin asuintoihin. Kaikki alueet Kalevaa lukuun ottamatta sijaitsevat meren rannalla, mikä on varmasti yksi syy korkeammille asuntojen hinnoille. Kaikki alueet sijaitsevat kuitenkin lähellä keskustaa, joten myös nämä alueet nauttivat hyvästä saavutettavuudesta ja hyvistä liikenneyhteyksistä lisäten alueiden houkuttelevuutta ja näin myös hintaa.

Regressiomallin tuloksissa kertoimien, selitysasteen ja tilastollisen merkittävyyden lisäksi on tärkeää tarkastella myös heteroskedastisuutta, multikollineaarisuutta, hajontakuvioita ja virhetermejä.

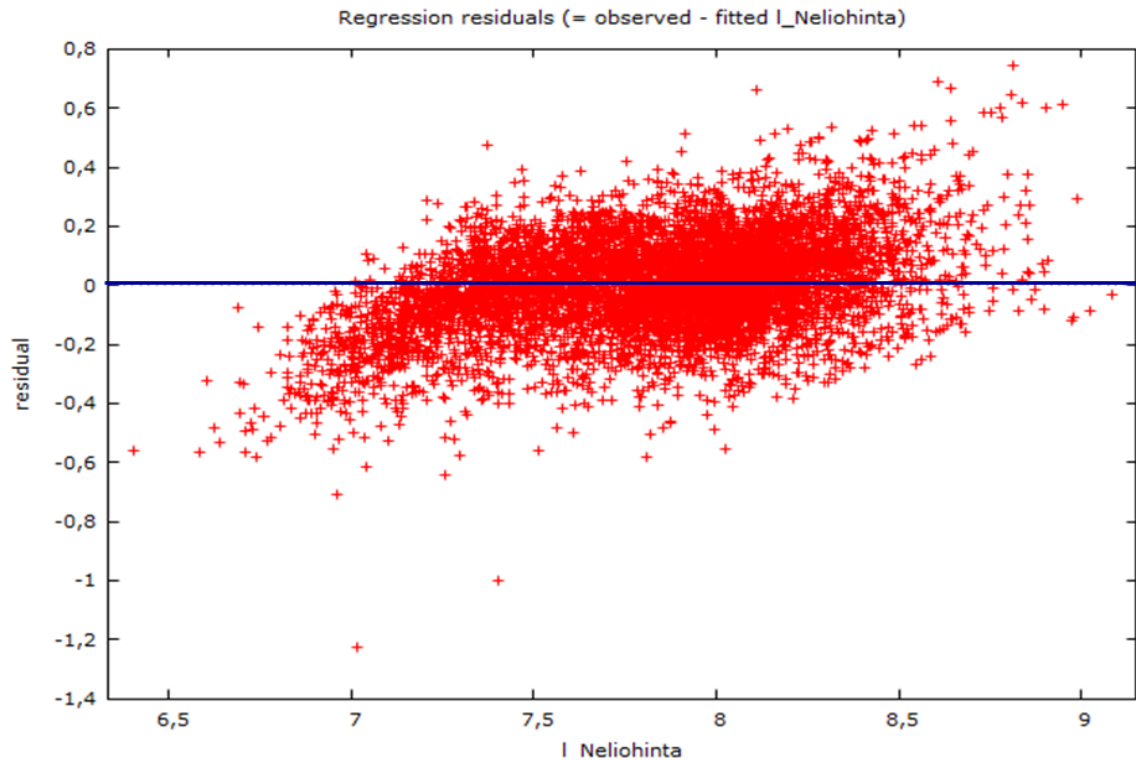
Heteroskedastisuutta on kontrolloitu virhetermien käsittelyllä analyysivaiheessa, jotta tutkimuksen tuloksista saadaan parempia ja luotettavampia. Standardoidut virhetermit on korvattu heteroskedastisuudelle robusteilla virhetermeillä. Heteroskedastisuuden minimoimiseksi mallissa on lisäksi käytetty logaritmin arvoja numeeristen muuttujien kohdalla. Mallin heteroskedastisuutta on tutkittu Whiten testillä. Testin nollahypoteesi on, että malli on homoskedastinen, jolloin residuaalien tulee olla riippumattomia, normaalisti jakautuneita ja niiden varianssien tulee olla yhtä suuret (KvantiMOTV 2013). Tutkimuksen regressiomallin virhetermien hajonta ei kuitenkaan ole vakio, vaan hajonta vaihtelee systemaattisesti x-muuttujien arvojen muuttuessa. Heteroskedastisuuden läsnä ollessa kertoimien arviot pysyvät harhattomina, mutta heteroskedastisuudella voi olla vaikutusta kertoimien tilastolliseen merkitsevyyteen. Heteroskedastisuus heikentää mallia ja se voi johtua mm. mallista puuttuvista muuttujista, virheellisesti valitusta mallista tai datan virheistä. (Lönnqvist 2015, 74). Malli kärsii heteroskedastisuudesta, mikä on usein asuntojen hintaa tutkivien mallien ongelma. Asuntojen hinnat vaihtelevat suuresti erinäisten muuttujien, ominaisuuksien ja talouden tapahtumien myötä, joten arvot ovat usein poikkeavia ”normaalista” kulusta.

Heteroskedastisuutta voidaan tutkia actual vs. fitted ja residuaalien jakauman kuvaajissa. Actual vs. fitted plot -kuvaaja esittää havainnot mallissa. Asuntojen kauppahintoja edustavat havainnot noudattavat mallin lineaarista suoraa, mikä todistaa mallin edustavan havaintojoukkoa. Mallista kuitenkin huomataan, että neliöhinnan kasvaessa arvojen varianssi ei pysy vakiona, vaan kuvaajan yläpäässä arvojen vaihtelu on suurempaa. Vaihtelu on kuitenkin hyvin lievää. Mallin *actual vs. fitted plot* -kuvaaja on esitetty kuvassa 24.



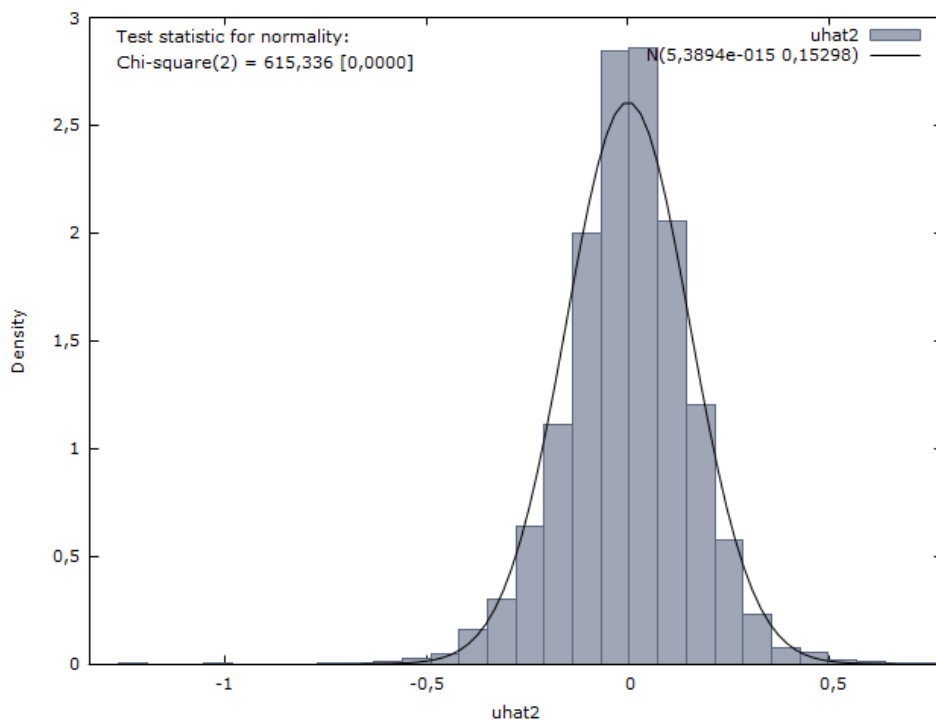
Kuva 24. Mallin actual vs. fitted plot

Heteroskedastisuuden lievyys on huomattavissa myös kuvassa 25, joka näyttää residuaalien jakauman neliöhintaan. Virhetermit ovat jakautuneet epätasaisesti, mutta suhteellisen samoille alueille. Mallin ennustus on x-akselilla ja ennustuksen tarkkuus y-akselilla. Etäisyys siniseen linjaan kertoo miten paljon arvo poikkesi mallin ennusteesta. Virhetermien positiiviset arvot (y-akselilla) tarkoittavat ennusteen olevan liian alhainen ja negatiiviset arvot ennusteen olevan liian korkea. 0 linjalle sijoittuneet virhetermit tarkoittavat mallin ennustaneen oikein. Ideaalisesti residuaalien jakauma on symmetrisesti jakautunut ja klusteroitunut kuvaajan keskelle, sekä ryhmittynyt y-akselin pienien arvojen (esim. 0,5 tai 1,5) välille. Lisäksi residuaalien tulisi olla satunnaisia, eikä kuvaajassa saisi esiintyä selkeitä kuvioita (Statwing 2018). Näiden määritelmien mukaan mallin residuaalit ovat jakautuneet suhteellisen ideaalisesti.



Kuva 25. Residuaalien jakauma neliöhintaa vasten

Virhetermien eli residuaalien jakaumaa voidaan tarkastella myös histogrammin avulla, jossa residuaalit ovat ihanteellisesti jakautuneet normaalikäyrän mukaisesti tasaisesti nollan molemmille puolille. Kuvassa 26 on esitelty mallin normaalijakauma. Kuvasta näkee, että residuaalit ovat jakautuneet suhteellisen hyvin ja tasaisesti normaalijakauman mukaan, mikä puoltaa mallin toimivuutta.



Kuva 26. Residuaalien jakauma

Multikollineaarisuutta voidaan tarkastella muuttujien VIF arvojen kautta, jossa lasketaan betojen (β) varianssin määrä yksittäisten muuttujien varianssilla. VIF arvo ilmoittaa korrelaation regressorin ja muiden regressorien välillä. VIF luku määritellään seuraavasti:

$$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2) \quad (7)$$

missä $R(j)$ on moninkertainen korrelaatiokerroin muuttujan j ja muiden itsenäisten muuttujien välillä (Adkins 2011, 132). Suuren VIF arvon saanut muuttuja korreloi ainakin yhden toisen muuttujan kanssa, mutta tarkempaa analyysia siitä mihin suuren VIF arvon saanut muuttuja korreloi, ei ole mahdollista selvittää gretlissä. VIF arvon rajana pidetään yleisesti lukua 10. Indeksit 0-10 osoittavat heikkoa riippuvuutta, 10–30 melko voimakasta riippuvuutta, 30–100 voimakasta riippuvuutta ja yli 100 hyvin voimakasta riippuvuutta (Adkins et al. 2015). Mallin VIF arvot on esitetty taulukossa 10.

<i>Muuttuja</i>	<i>VIF</i>	<i>Muuttuja</i>	<i>VIF</i>
l_et_keskpis	11,9	DAIKA_8	2,0
DPsDummy_12	8,9	DAIKA_10	2,0
DPsDummy_15	4,7	DAIKA_1	2,0
DRakennusvuosil_6	3,7	DRakennusvuosil_3	2,0
DPsDummy_25	3,7	DAIKA_4	2,0
DPsDummy_17	3,4	DAIKA_13	1,9
DRakennusvuosil_5	3,3	DAIKA_2	1,9
DPsDummy_21	3,2	DPsDummy_19	1,9
DPsDummy_13	3,1	DPsDummy_10	1,9
DPsDummy_22	2,9	DPsDummy_27	1,9
DPsDummy_20	2,9	Hissi	1,8
DRakennusvuosil_8	2,8	Sauna	1,7
DPsDummy_8	2,6	DRakennusvuosil_7	1,7
DRakennusvuosil_1	2,6	DPsDummy_23	1,7
DPsDummy_18	2,6	DRakennusvuosil_10	1,6
l_et_vesis	2,5	DPsDummy_2	1,6
DTontinomistajuus_2	2,5	DPsDummy_26	1,6
DPsDummy_28	2,5	DPsDummy_6	1,5
DPsDummy_7	2,4	DKiinteistonkunto_4	1,4
DRakennusvuosil_9	2,4	DAIKA_5	1,3
bufferissa	2,4	DPsDummy_16	1,3
DPsDummy_29	2,4	DPsDummy_4	1,2
DPsDummy_5	2,2	DRakennusvuosil_4	1,2
DAIKA_12	2,1	DPsDummy_24	1,2
DAIKA_3	2,1	DPsDummy_30	1,1
DAIKA_9	2,1	DKiinteistonkunto_5	1,1
DAIKA_11	2,1	l_Asuinala	1,1
Parveke	2,1	DKiinteistonkunto_1	1,1
DAIKA_7	2,1	DKiinteistonkunto_3	1,1
DPsDummy_3	2,0	DPsDummy_32	1,0
DPsDummy_14	2,0	DKiinteistonkunto_6	1,0
DAIKA_6	2,0	DPsDummy_31	1,0

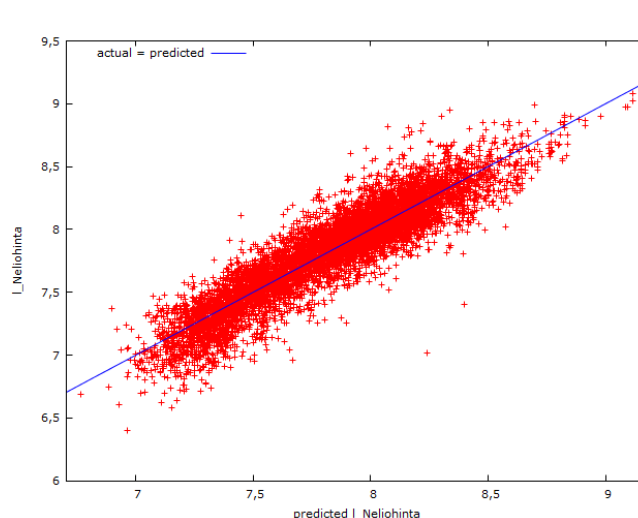
Taulukko 10. Selittävien muuttujien Variance inflation factors (VIF)

Mallin parantamiseksi usein yli 10 VIF arvon saaneet muuttujat poistetaan. Kuten taulukosta 9 huomataan, ainoastaan etäisyys keskustaan aiheuttaa multikollinearisuongelman. Kyseisen muuttujan VIF arvo on 11,9. Etäisyys keskustaan on kuitenkin hyvin olennainen muuttuja tutkimuksessa, joten sitä ei poistettu mallista. VIF arvo on yli 10, mutta kuitenkin vain hieman. Mallissa monet muuttujat, kuten keskusta-alueen postinumerot ja bufferi muuttuja, korreloivat välttämättä kyseisen muuttujan kanssa. Kuitenkin korrelaatiokertoimia tarkasteltaessa korrelaatiomatriisin avulla, minkään arvon korrelaatio etäisyys keskustasta muuttujan kanssa ei ylitä 50 % positiivista tai negatiivista korrelaatiota. Arvoja poistaessa mallien selitysaste voi parantua, mutta mallin merkitys ja tehokkuus voi kärsiä. Tässä tapauksessa mallin selitysaste ei parane poiston jälkeen, minkä vuoksi kyseinen muuttuja on myös päätetty jättää malliin.

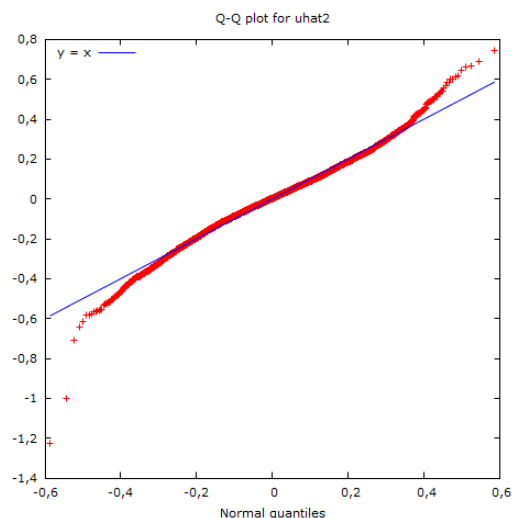
4.3 Mallin arviointi

Tilastollinen malli toimii hyvin ja mallin tilastollinen merkitsevyys on suuri. Malli pystyy selittämään 84,5 % asuntojen hintojen vaihtelusta. Selitysastetta voisi yrittää parantaa sisällyttämällä malliin lisää muuttujia. Tätä ei kuitenkaan katsottu järkeväksi, sillä malliin on jo otettu mukaan kaikki tärkeimmät asunnon hintaan vaikuttavat tekijät HSP:n aineistosta. Esimerkiksi huoneluvun lisäämistä malliin ei katsottu tarpeelliseksi, sillä asuinala kertoo usein enemmän kuin huoneluku, sillä eri ihmiset arvostavat erilaisia pohjaratkaisuja ja asuinalan avoimuutta. Kerrosnumeron, myyntiajan tai energiatehokkuuden muuttujia ei myöskään lisätty malliin, sillä näiden muuttujien mukaan ottaminen pienentäisi otantajoukkoa puutteellisten havaintojen vuoksi merkittävästi. Lisäksi esimerkiksi kerrosnumerossa on tulkintavaraa sen suhteen lasketaanko maanpäällisestä kerroksesta seuraava 1. vai 2. kerrokseksi. Myyntiaikaan voi taas vaikuttaa merkittävästi myyjän tyytyväisyys tarjottuihin kauppahintoihin, mikä voi lisätä myyntiajan pituutta merkittävästi. Ostajan ja myyjän käsitys käyvistä arvoista voi poiketa suuresti toisistaan.

Mallin toimivuutta ja edustavuutta selvitetään pääosin residuaalien tutkimisella. Tutkittavien kuvaajien avulla selvitetään soveltuuko malli edustamaan aineistoa ja täyttääkö se regressiomallin oletukset. Tämän lisäksi usein myös poikkeavia havaintoja ja niiden vaikutusta malliin analysoidaan, sillä suuresti poikkeavilla arvoilla on merkittävä vaikutus mallin tuloksiin. Mallin toimivuutta voidaan tutkia mm. actual vs. fitted (ennuste vs. toteuma) ja Q-Q-Plot kuvaajilla. Molemmat kuvaajat on esitetty alla.



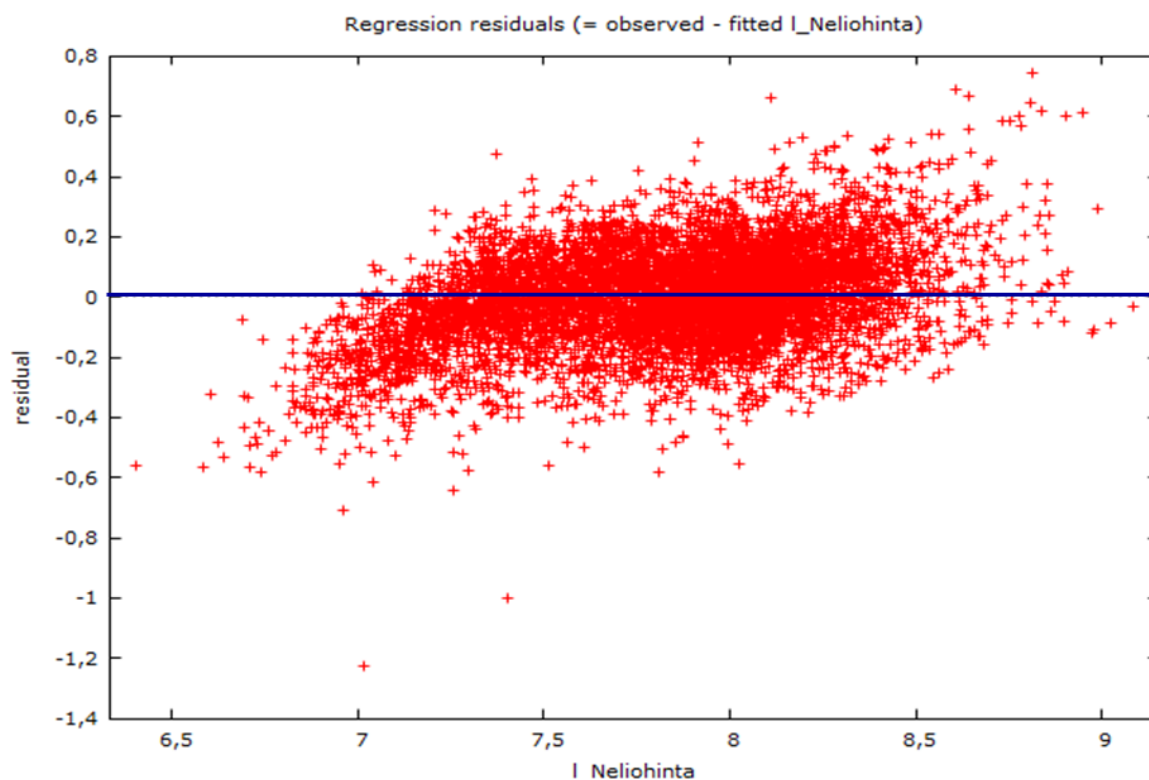
Kuva 27. Mallin actual vs. fitted plot -kuvaaja



Kuva 28. Mallin Q-Q-Plot kuvaaja

Kuvasta 27 nähdään, että malli on hyvin täsmällinen. Mallin ennusteiden ja todellisten tulosten välillä on vahva korrelaatio, mikä puoltaa tulosten luotettavuutta. Q-Q kuvaaja näyttää myös miten hyvin havainnot ovat linjassa lineaarisen mallikäyrän kanssa. Malli edustaa havaintoja hyvin, mutta mallin havaintojen ylä- ja alapäässä on selkeää vaihtelua, jolloin malli ennustaa epätarkasti näiden havaintojen arvot.

Kuva 29 esittää residuaalien jakauman neliöhintaa vasten. Kuvan perusteella mallin muodostuksessa ei ole ollut ongelmia, sillä selkeää heteroskedastisuutta ei ole havaittavissa ja residuaalit ovat jakautuneet vertikaalisesti ja tasaisesti y-akselin 0 arvon lähelle.



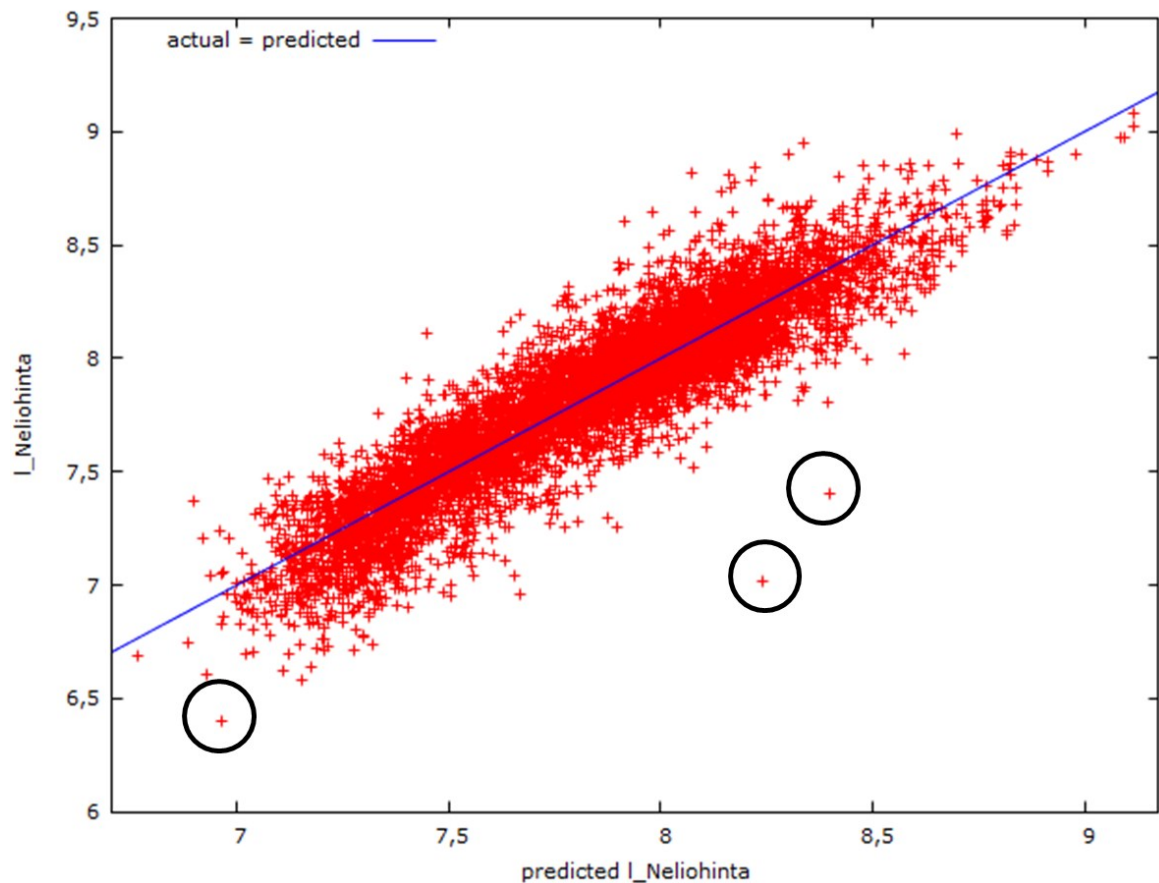
Kuva 29. Residuaalien jakauma neliöhintaa vasten

Poikkeavat havainnot vaikuttavat suuresti mallien kertoimiin. Kyseiset havainnot voivat olla luonnollisesti selitettävissä tai ne voivat johtua virheellisestä aineistosta. Kauppa-aineisto voi sisältää esimerkiksi joitakin erityisen kalliita asuntoja, jotka vääristävät mallin tuloksia, mutta edustavat kuitenkin toteutuneita asuntokauppoja. Virheellisessä aineistossa kauppa on kirjattu väärin, mikä ei edusta toteutunutta asuntokauppaa. Tässä tutkimuksessa selviä virheellisiä havaintoja on poistettu, mutta poikkeavia havaintoja ei. Poikkeavien havaintojen jättäminen voi heikentää tutkimuksen luotettavuutta, mutta aineiston analyysivaiheessa merkittävästi poikkeavia havaintoja ei löydetty.

PNS-menetelmää hyödyntävä regressiomalli on hyvin herkkä poikkeaviin havaintoihin, eli niin kutsuttuihin *Outlier* arvoihin. Syynä tähän on se, että PNS-menetelmässä virhetermien neliöiden summa minimoidaan, jolloin millä tahansa erittäin merkittävästi poikkeavalla havaintojoukon arvolla on suuri vaikutus ratkaisun kohteena oleviin vakioihin.

Aineiston analyysivaiheessa merkittävästi poikkeavia havaintoja ei huomattu, mutta kuvasta 30 nähdään muutama malliin jäänyt poikkeava havainto, jotka voivat vaikuttaa mallin

toimivuuteen. Poikkeavat havainnot ovat yleisiä asuntojen kauppahinta-aineistoissa, sillä data sisältää usein poikkeavan kalliita asuntoja, jotka sijaitsevat esim. rannalla tai ovat poikkeuksellisen hyvin ja laadukkaasti sisustettuja tai rakennettuja. Kyseisten asuntojen neliöhintaa ei siis selitä muuttujat, jotka on otettu mallissa huomioon, kuten asuinala. Sama pätee myös toisinpäin, data sisältää usein poikkeavan halpoja asuntoja, johtuen mm. sukulaiskaupasta.

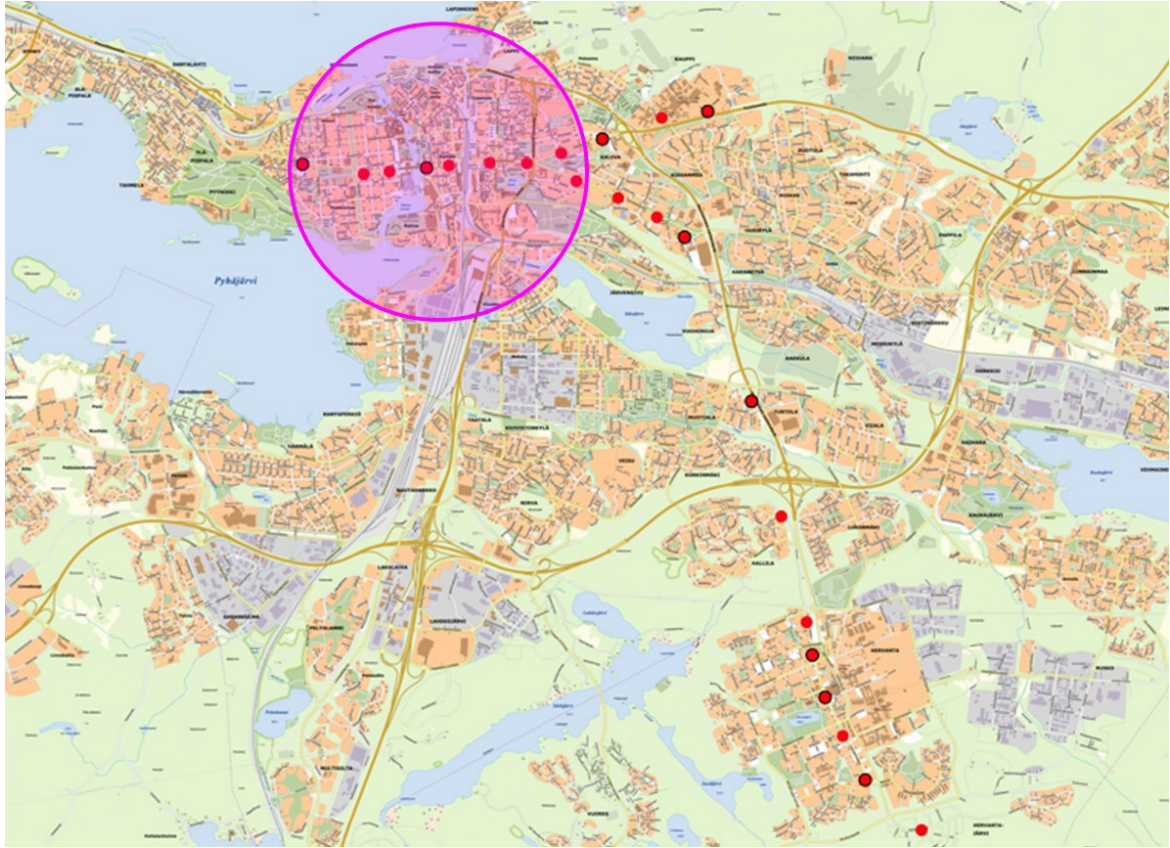


Kuva 30. Poikkeavat havainnot

Edellisessä kappaleessa esitellyjen mallin residuaalien jakauma kuvaajien mukaan, malli on lievästi heteroskedastinen. Heteroskedastisuus vähentää mallin toimivuutta ja tehokkuutta, mutta on kuitenkin hyvin yleistä asunnon hintaa tutkivissa malleissa. Heteroskedastisuus on minimoitu mallista niin hyvin kuin mahdollista.

Tilastollisia malleja rakentaessa kohdataan usein ongelmatilanteita, joissa joudutaan joko poistamaan muuttujia tai hyväksymään pienempi selitysaste. Tähän ongelmaan ei ole yleispätevää ohjetta, joten kyseisessä tilanteessa joudutaan valitsemaan jompikumpi etenemistapa. Tässä tutkimuksessa mallista on poistettu muuttujia p-arvon ollessa epähaluttu, mikä voi tuottaa malliin ongelmia. Lisäksi malliin jätettiin muuttujia, jolla oli korkea VIF arvo. Mallissa *etäisyys keskustaan* muuttujan VIF arvo jäi perinteisesti raja-arvona käytettyä 10,0 korkeammaksi, mikä voi tarkoittaa multikollineaarisuusongelman mahdollista läsnäoloa. Multikollineaarisuutta tarkasteltaessa korrelaatiomatriisin avulla, ongelmaa ei kuitenkaan havaittu. Kyseistä muuttujaa ei kuitenkaan ole mahdollista pudottaa mallista, sillä se on yksi mallin olennaisimmista muuttujista. Tilannetta testattiin yhdessä mallissa, mutta mallin selitysaste ei parantunut, mikä puoltaa myös muuttujan jättämistä malliin.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että keskustan vaikutus asuntojen hintoihin on suuri. Jos etäisyys keskustasta muuttuja poistetaan sen suuren VIF arvon vuoksi, *bufferi* muuttujan vaikutus pomppaa kolmesta prosentista seitsemään prosenttiin. Suuri osa raitiotiepysäkeistä sijaitsee keskusta-alueella, joten etäisyys keskustasta muuttujan jättäminen pois mallista vaikeuttaisi raitiotiestä johtuvan hintavaikutuksen tutkimista. Jos keskustaetäisyyttä ei vakioida, niin keskustassa olevien raitiotiepysäkkien vaikutusalueet sisältäisivät myös keskustan hintapreemion. Muuttujan poisjättämisen seurauksena keskusta-etäisyys ilmenisi bufferissa muuttujassa, jolloin kyseinen muuttuja ei enää edustaisi yksinään raitiotien hintavaikutusta. Raitiotiepysäkit ja Tampereen keskusta-alue on esitetty kuvassa 31.



Kuva 31. Raitiotiepysäkit ja Tampereen keskusta-alue (Tampereen Karttapalvelu Oskari).

Tutkimuksen PNS-estimaattori ei ole paras lineaarinen harhaton estimaattori, sillä se ei täytä BLUE:n edellytyksiä, jotka on esitetty kappaleessa 3.3. Jos BLUE:n edellytykset eivät täyty, tulokset eivät ole luotettavia. Kuitenkaan monet BLUE:n oletuksista harvoin täyttyvät todellisiin tietoihin perustuvien mallien kanssa. Yleisin ongelma hedonisissa malleissa on virhetermien heteroskedastisuus. Tällöin standardoidut virhetermit ovat vääriä, eikä päätelmiä kertoimien tilastollisesta merkitsevyydestä voi tehdä. Asian voi korjata heteroskedastisuudelle robusteilla virhetermeillä, joita on käytetty myös tässä tutkimuksessa. Tutkimus on toteutettu vastaamaan BLUE:n vaatimuksia niin hyvin kuin mahdollista, minä vuoksi mallin katsotaan olevan paras mahdollinen PNS-menetelmää hyödyntävä regressiomalli.

Tutkimuksen mallia pidetään edustavana. Mallia on paranneltu työn eri vaiheissa ja sen tarkkuuden katsotaan olevan riittävän hyvä, jotta se on hyödyllinen tutkimaan raitiotien läheisyyden vaikutusta asuntojen hintoihin.

5 Johtopäätökset

Diplomityön viimeinen kappale kiteyttää tutkimuksen tärkeimmät löydökset ja johtopäätökset, joita on käsitelty työn kappaleissa 2-4. Loppupäätelmä antaa vastaukset työn johdannossa esitettyihin tutkimuskysymyksiin ja kartoittaa tutkimuksen haasteet, mahdollisuudet ja parannusehdotukset. Kappaleen lopuksi pohditaan työn tavoitteiden onnistumista ja analysoidaan jatkotutkimuksen tarvetta.

5.1 Yhteenveto työn tuloksista

Diplomityössä tutkittiin Tampereelle rakennettavan raitiotien vaikutusta asuntojen hintoihin ajanjaksolla 2015–2018. Raitiotien liikennöinti alkaa suunnitelmien mukaan vuonna 2021, joten hintavaikutusta tutkittiin ennen liikennöinnin aloittamista. Liikennehankkeilla on usein todettu olevan vaikutusta läheisten asuntojen arvoon jo ennen niiden valmistumista, joten tutkimus on ajankohtainen jo tässä vaiheessa projektia.

Asunnon hinta muodostuu rakennuksen ja maan arvosta. Asunnon hintaan vaikuttaa monet muuttujat, joista olennaisimpia ovat kysynnän ja tarjonnan joustot, sijainti, saavutettavuus, palvelut, ympäristö, asuntokohtaiset ominaisuudet, markkina, makrotaloudelliset muuttujat ja kuluttajan preferenssit. Liikennehankkeet vaikuttavat asunnon arvoon etenkin parantuneen saavutettavuuden kautta. Hyvän saavutettavuuden alueille kohdistuu usein suurin kysyntä, mikä nostaa asuntojen hintoja.

Liikennehankkeiden vaikutusta asuntojen hintoihin on tutkittu paljon kansainvälisesti. Tutkimuksen kohteina on ollut erityyppisiä liikennehankkeita ympäri maailmaa ja myös raitio-
liikenne on ollut hyvin edustettuna. Suurin osa kotimaisista tutkimuksista koskee Helsingin metroa ja pääkaupunkiseudun lähijunaraideliikennettä, mutta raitioliikenteen hintavaikutusta mittaavia tutkimuksia ei ole tehty Suomessa lainkaan. Raitiotien hintavaikutuksen tutkimiselle on selkeää tarvetta, sillä raitioliikenne poikkeaa tietyin osin muusta joukkoliikenteestä. Raitiolinjan tiheän pysäkkivälin ja pysäkkien helpon saavutettavuuden vuoksi, raitiotie kattaa usein suuremman vaikutusalueen kuin raskas raideliikenne.

Joukkoliikennehankkeiden ja asuntojen hintojen välisten tutkimusten tulokset ovat olleet hyvin vaihtelevia, minkä vuoksi yksittäisen liikennehankkeen erillinen tutkiminen on tärkeää. Liikennehankkeet ovat hyvin riippuvaisia ympäristöstään, minkä vuoksi eri liikennehanketta koskevien tutkimuksen tulokset eivät useinkaan ole yleistettävissä koskemaan muita hankkeita.

Asuntojen hintojen mallinnusta koskevissa tutkimuksissa on käytetty useita eri tutkimusmenetelmiä, joista yleisimpiä ovat vertailumenetelmä, hedoninen mallinnus, spatiaalinen mallinnus ja difference-in-difference menetelmä, joilla kullakin on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Tutkimuksissa ei ole päästy selkeään yksimielisyyteen, mikä tutkimusmenetelmä olisi paras mittaamaan liikennehankkeiden hintavaikutusta asuntoihin. Tässä tutkimuksessa päädyttiin hedoniseen mallinnukseen, jossa hyödynnettiin pienimmän neliösumman menetelmää.

Raitiotien vaikutusta asuntojen hintoihin mitattiin hedonisen hintamallin avulla, jonka mukaan asunnon arvo koostuu useista ominaisuuksista, jolle kaikille on määritettävissä oma yksittäinen hintansa. Kyseinen menetelmä valittiin tutkimukseen, sillä se on kansainvälisesti yleisesti käytetty mallintamismenetelmä, jonka avulla saadaan erotettua raitiotiestä

johtuva hintavaikutus. Lisäksi saatavissa olevalla aineistolla oli mahdollista toteuttaa edustava ja toimiva hedoninen hintamalli.

Hedonisissa asuntohintatutkimuksissa on välttämätöntä ottaa huomioon myös muut asunnon hintaan vaikuttavat tekijät, jotta yksittäisen muuttujan hintavaikutus saadaan erotettua. Kaikkia asunnon hintaan vaikuttavia muuttujia on hankala ja usein myös mahdotonta mitata, sillä mm. makrotaloudellisten muuttujien määrittäminen ja mittaaminen on haastavaa. Usein tutkimuksiin sisällytetään sijaintia, saavutettavuutta ja asuntokohtaisia ominaisuuksia mittaavia muuttujia.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli löytää ja eristää asunnon hintaan vaikuttava raitiotien läheisyydestä johtuva hintapreemio. Raitiotien hintavaikutusta tutkittiin muodostamalla jokaisen tulevan raitiotiepysäkin ympärille 800 metrin säteinen bufferi, jonka sisällä olevien asuntojen hintoja verrattiin alueen ulkopuolella olevien asuntojen hintoihin. Hedoninen hintamalli ratkaistiin pienimmän neliösumman menetelmällä (PNS), joka on keskeinen empiirinen malli hedonista hintamallia soveltavissa asuntotutkimuksissa. Tutkimus toteutettiin PNS-menetelmällä, sillä se on suhteellisen helppo toteuttaa ja sitä on käytetty laajasti useissa kansainvälisissä tutkimuksissa.

Tutkimuksen päälöydös oli, että raitiotiepysäkistä 800 metrin säteen sisällä sijaitsevat asunnot ovat 2,8 % kalliimpia. Raitiotien vaikutusalueella olevissa asunnoissa on siis 2,8 % preemio. Preemio ei kuitenkaan välttämättä johdu raitiotiestä, sillä asemat on esimerkiksi saatettu sijoittaa alueille, jotka ovat alun perin jo olleet kalliimpia. Tutkimus ei pystynyt todistamaan, että tutkimusalueen korkeammat asuntojen hinnat johtuisivat yksinomaan raitiotiestä. Tämä on kuitenkin myös mahdollista. Tutkimuksen tulokset tukevat teorialuvussa esitettyjä näkemyksiä, sillä liikennehankkeilla on teoreettisen taustan mukaan positiivinen hintavaikutus hankkeen vaikutusalueella oleviin asuntoihin. Tuleva raitiotie parantaa saavutettavuutta, mikä teorian mukaan nostaa 800 metrin säteellä raitiotiepysäkeistä sijaitsevien asuntojen hintaa.

Kansainvälisissä asuntohintatutkimuksissa on saatu hyvin vaihtelevia tuloksia liikennehankkeiden vaikutuksesta asuntojen hintoihin, mutta Suomalaisissa tutkimuksissa on löydetty pääosin positiivinen hintavaikutus. Helsingin metron positiivinen hintavaikutus on vaihdellut 3-35 % välillä 400–1500 metrin vaikutusalueilla riippuen tutkimuksesta. Kuitenkin mm. Joutsiniemen vuonna 2011 ja Seppo Laakson 1980- ja 1990-luvuilla julkaisuissa tutkimuksissa löydettiin myös negatiivinen hintavaikutus tietyillä etäisyyksillä. Lähijunaliikenteen osalta tulokset ovat olleet vaihtelevia, mutta pääosin hintavaikutus on ollut positiivinen. Vertailtavuus aiempiin tutkimuksiin on kuitenkin heikkoa, sillä liikennehankkeiden vaikutus ja kiinteistömarkkinat poikkeavat suuresti jopa samassa maassa ja kaupungissa.

Diplomityön tuloksista voi päätellä, että Tampereen raitiotiepysäkkien vaikutusalueella olevat asunnot ovat kalliimpia verrattuna sen ulkopuolella oleviin. Tutkimus tukee olemassa olevia liikennehankkeiden ja asuntojen hintoja mittaavia tutkimuksia, joissa on löydetty samankaltaisia tuloksia. Tutkimuksen tulokset ovat edustavia mittaamaan Tampereen raitiotiepysäkkien vaikutusalueella olevien asuntojen korkeampia hintoja, mutta tulosten perusteella ei voi tehdä johtopäätöstä, että hintavaikutus johtuisi raitiotiestä.

Tutkimusmetodi vastasi tulosten perusteella odotuksia, mutta metodin herkkyys muuttujille ja aineiston lukujen muodolle on selvästi havaittavissa. Pienimmän neliösumman menetelmä on laajasti käytetty kotimaisissa ja kansainvälisissä tutkimuksissa, mutta etenkin uudemmissa tutkimuksissa PNS-menetelmä on usein korvattu toisella sen ongelmien vuoksi, joista on kirjoitettu ja saatu tarkempaa tietoa vasta viime vuosien aikana. PNS-menetelmän suurin ongelma on malliin valittujen muuttujien suuri merkitys lopputuloksiin. Yhden muuttujan poisjättäminen tai lisääminen voi muuttaa tutkimuksen tuloksia merkittävästi, mikä on huomattavissa myös tässä tutkimuksessa. Esimerkiksi keskustaetäisyyden poistaminen mallista muutti raitiotien hintavaikutusta 800 metrin säteellä raitiotiepysäkeistä olevissa asunnoissa 2,8 prosentista 7,9 prosenttiin. Ongelma johtuu suurin osin siitä, että keskusta-etäisyyttä ei ole enää muuttujan poisjättämisen jälkeen vakioitu. Koska suuri osa raitiotiepysäkeistä sijaitsee keskusta-alueella, tulee keskustan hintavaikutus tällöin ilmenemään *bufferissa* muuttujassa. Malliin valittujen muuttujien määrittäminen ja merkittävien muuttujien lisääminen tai poisjättäminen vaikuttaa siis suuresti mallin tuloksiin, mikä pitää muistaa mallia rakentaessa, sekä mallin ja tutkimusten tulosten arvioinnissa.

Tutkimuksen tulokset vaikuttavat analysoinnin jälkeen tarkoilta ja suhteellisen luotettavilta, mutta ne eivät onnistuneet vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Tampereen raitiotiestä johtuvaa hintavaikutusta ei saatu mitattua tarpeeksi tarkasti ja luotettavasti. Kuitenkin tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että tutkimushetkellä (2015–2018) raitiotiepysäkkialueiden vaikutusalueilla sijaitsevat asunnot ovat 2,8 % kalliimpia, mikä voi johtua myös raitiotiestä. Tämän varmistamiseksi tarvitaan lisätutkimusta, jossa mitataan onnistuneesti raitiotien yksittäinen hintavaikutus.

Tutkimus ei vastannut sille asetettuihin tavoitteisiin, sillä se ei pystynyt eristämään tarpeeksi tarkasti ja luotettavasti raitiotiestä johtuvaa hintavaikutusta. Tutkimuksen malli ei identifioi vaikutusta, vaan toteaa *bufferissa* olevien asuntojen olevan keskimäärin 2,8 % kalliimpia. Kausaliteetista ei voi puhua, koska raitiovaunupysäkit on saatettu sijoittaa alueille jotka olivat jo valmiiksi kalliimpia.

Tutkimuksen tuloksista on kuitenkin hyötyä tulevaisuudessa. Tutkimus on todistanut, että raitiotiepysäkkialueilla asuntojen hinnat ovat kalliimpia, mikä antaa motivaatiota uusille tutkimuksille, jossa raitiotiestä johtuvaa hintavaikutusta tutkitaan tarkemmin. Tampereen raitiotie on vasta rakenteilla ja II-vaiheen rakennus ja pysäkkivaraukset tehdään vasta muutamana vuoden sisällä. Vaikka tulokset eivät onnistuneet mittaamaan raitiotien erillistä hintavaikutusta, on tuloksista hyötyä mm. asuntosijoittajille, vaikutusalueella sijaitsevien asuntojen omistajille ja Tampereen kaupungille.

5.2 Loppupäätelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko raitiotien läheisyydellä vaikutusta asuntojen hintoihin Tampereella. Tutkimuksen lopputulos oli, että raitiotiepysäkkien 800 metrin säteisellä vaikutusalueella asunnot ovat 2,8 % kalliimpia.

Diplomityön tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

- Miten raitiotie vaikuttaa Tampereen raitiotiepysäkkien vaikutusalueella olevien asuntojen hintoihin?
- Onko raitiotien lähellä sijaitsevien asuntojen hinnoissa preemiota?

- Kuinka suuri raitiotiehankeen vaikutus on asuntojen hintoihin ja onko vaikutus positiivinen vai negatiivinen?

Tutkimus ei onnistunut vastaamaan tutkimuskysymyksiin riittävän tarkasti. Työssä löydettiin positiivinen hintapreemio raitiotiepysäkkien vaikutusalueilta, mutta tutkimus ei pystynyt tarpeeksi vahvasti osoittamaan, että asunnot olisivat kalliimpia raitiotien takia.

Tutkimuksen haasteet kohdistuivat suurilta osin tutkimusmenetelmän valintaan ja PNS-mallin rakentamiseen. Tutkimusten tulosten kannalta oli kriittistä valita oikea tutkimusmenetelmä. Tutkimusmenetelmän valinnassa tulee olla laaja käsitys olemassa olevista menetelmistä ja niiden vahvuuksista, heikkouksista ja soveltuvuudesta ongelman ratkaisuun. Kaikkien mahdollisten tutkimusmenetelmien kartoittaminen ja sisäistäminen diplomityön kirjoitusajassa oli kuitenkin mahdotonta, mikä saattoi johtaa väärän menetelmän valintaan. Myös PNS-mallin rakentamisessa oli haasteita, sillä tilastollisen mallin rakentaminen vaatii paljon matemaattista ja tilastollista ymmärrystä ja väärin parametrien valinta vaikuttaa olennaisesti tutkimuksen tuloksiin. Haasteita aiheutti suuresti malliin valittavien muuttujien määräytyminen, sillä muuttujien ja niiden muodon (esim. logaritimuunnos) sopimattomuus malliin huomattiin vasta mallin tulosten analysointivaiheessa. Tutkimuksen empiirinen osa vaati siis huomattavan paljon aikaa, sekä tietotaitoa tilastollisista analyyseistä.

Tutkimusmenetelmän valintaan vaikutti olennaisesti mallin suhteellisen helppo toteutettavuus ja menetelmän laaja käyttö myös kansainvälisellä tasolla. Pienimmän neliösumman menetelmää on kuitenkin kritisoitu sen kyvyttömyydestä ottaa huomioon tilallista riippuvuutta ja alueellista heterogeenisuutta, mikä johtaa yksipuolisiin ja tehottomiin arvioihin (Löchl & Axhausen 2009, 3). Menetelmä on lisäksi erityisen haavoittuva puuttuviin muuttujiin liittyviin ongelmiin ja asuntojen hintojen endogeenisuuteen. Usein PNS-menetelmän puutteita korjataan ottamalla tutkimuksen rinnalle toinen tai useampi tutkimusmenetelmä. Monen tutkimusmenetelmän käyttö olisi kuitenkin ollut liian laaja tutkimus diplomityötä varten, minkä vuoksi päädyttiin päätyymään ainoastaan yhdessä tutkimusmenetelmässä.

Oikean ja täsmällisen PNS-mallin rakentaminen oli tärkeää edustavan mallin luomiseksi. Hedonisiin regressiomalleihin voidaan ottaa mukaan lukuisa määrä erilaisia muuttujia, mikä loi haasteita muuttujien valintaan ja määritykseen. Väärin muuttujien sisällyttäminen tai poisjättäminen vaikuttaa suuresti mallin tuloksiin. Muuttujien virheellisyys on kyseessä, kun mallista jätetään huomaamatta pois asiaankuuluvia riippuvia muuttujia, tai vaihtoehtoisesti otetaan mukaan merkityksettömiä riippuvia muuttujia. Tutkimuksessa käytetyt muuttujat määriteltiin KVKL:n asuntokauppa-aineiston perusteella, mikä sisälsi tietoa kaupan kohteena olevista asunnoista suhteellisen hyvin. Tutkimuksessa pyrittiin valitsemaan tärkeimmät asuntojen hintaan vaikuttavat tekijät, mutta puuttuvien muuttujien mahdollisuus on olemassa, sillä tutkimus ei sisällä lainkaan mm. makrotaloudellisia muuttujia. Yleensä hedonisissa hintamalleissa mallin selitysaste paranee sisällyttämällä malliin lisää muuttujia. Vaikka malli sisältääkin suhteellisen paljon erilaisia muuttujia, olisi niitä voinut olla enemmän, sillä mallin selitysaste jäi alle 90 prosenttiin.

Tutkimusmenetelmän valinnan ja tilastollisen mallin rakentamisen lisäksi, tutkimuksen haasteena oli vaikutusalueen määrittäminen ja raitiotien hintavaikutuksen erottaminen muista asuntojen hintaan vaikuttavista tekijöistä. Useissa liikennehankkeiden hintavaikutusta mitaavissa tutkimuksissa, hintavaikutusta on etsitty ja testattu monilla eri etäisyyksillä tai etäisyysluokilla. Hintavaikutuksen tutkitut ja löydetty etäisyydet ovat kuitenkin olleet

huomattavasti lyhyempiä raitioiteita koskevissa tutkimuksissa, verrattuna metro- tai lähijunaliikennettä koskeviin tutkimuksiin. Tässä diplomityössä tarkastelualueena käytettiin 800 metrin säteistä aluetta jokaiselta raitiotiepysäkillä. Samanlaista lähestymistapaa käytettiin mm. Mulley et al. vuoden 2018 tutkimuksessa, jossa tutkimuskohteena oli Sydneyn pikaraitiolinja. Kuitenkin mm. Zhang et al. (2014) ja Wagner et al. (2017) tutkimuksissa vaikutusalueena käytettiin jopa 1500 metrin etäisyyttä. Kyseinen etäisyys ei kuitenkaan ole sopiva koskemaan Tampereen liikennehanketta, jonka pysäkkien etäisyys on 600 metriä ja käyttäjäpotentiaali on Hampton Roadsin ja Pekingin miljoonakaupunkeja merkittävästi pienempi. Tämän tutkimuksen vaikutusalue määriteltiin riittävän hyvin, sillä useissa tutkimuksissa liikennehankkeen vaikutus on yltänyt juuri 0-800 metrin etäisyydellä olevien asuntojen hintoihin. Etäisyyttä raitiotiepysäkkeihin olisi voitu kuitenkin mitata myös liukuvilla muuttujilla, mutta tällöin muuttujien kontrollointi olisi ollut haastavampaa. Riittävästä vaikutusalueen määrityksestä huolimatta, raitiotien hintavaikutuksen erottaminen epäonnistui, sillä alueiden hintatasojen eroja ei saatu kontrolloitua riittävän hyvin. Vaikka tutkimuksessa on otettu huomioon aluekohtaisia muuttujia, joiden avulla on pyritty kontrolloimaan alueiden hintatasojen eroja, työssä ei ole riittävän tarkasti todistettu raitiotiealueiden 2,8 prosentin hintapreemion johtuvan raitiotiestä. *Bufferi* muuttuja ei näin ollen mitannut tarpeeksi luotettavasti haluttua hintavaikutusta.

Vaikka tutkimuksen tulokset eivät onnistuneet mittaamaan raitiotien erillistä hintavaikutusta, tulokset raitiotiepysäkkialueiden korkeammista asuntojen hinnoista vaikuttavat onnistuneilta ja suhteellisen luotettavilta. PNS-menetelmään usein liittyviä ongelmia ei huomattu muuten kuin lievän heteroskedastisuuden ja yhden muuttujan mahdollisen multikollinearisuusergelman osalta. Tulosten mukaan todellisten neliöhintojen ja mallin ennustamien arvojen riippuvuus on hyvin voimakas ja lineaarinen, mikä vahvistaa mallin kuvaavan edustavasti ja tehokkaasti neliöhinnan vaihtelua malliin valittujen selittävien muuttujien avulla. Tutkimus ei kuitenkaan täyttänyt pienimmän neliösumman harhattoman lineaarisen regressioanalyysin vähimmäisehtoja. Tämä tarkoittaa, että tutkimustulokset ovat mallin luotettavuuden osalta osittain vajavaiset, sillä virhetermien heteroskedastisuus vähentää mallin toimivuutta ja tehokkuutta. Heteroskedastisuus on kuitenkin hyvin yleistä asunnon hintoja tutkivissa malleissa ja diplomityön tilastollisen mallin tulokset vaikuttivat olevan hyvin lievästi poikkeavia optimaalisesta lopputuloksesta.

Tutkimuksessa on käytetty riittävän suurta otoskokoa. Yhteensä tutkimuksessa hyödynnettyjä havaintoja oli 8 460 kappaletta. Datan luotettavuuden katsotaan olevan hyvää, vaikka aineistossa on osin virheellisiä ja puutteellisia tietoja. Näiden kokonaisuuden katsotaan kuitenkin olevan pieni. Tutkimuksen aikaikkuna on riittävä, sillä aineisto sisältää kauppvoja ennen ja jälkeen hankkeen rakennuspäätöksen. Aikajänne olisi kuitenkin voinut olla pidempi parempien ja luotettavimpien tulosten saamiseksi. Lisäksi tutkimus ei sisällä aineistoa hankkeen jälkeiseltä ajalta, mikä luo tarpeen jatkotutkimukselle.

Tutkimuksen suurin heikkous on, että *Bufferi* muuttuja ei mittaa tarpeeksi tarkasti raitiotien erillistä hintavaikutusta. Raitiotien omaa yksittäistä hintavaikutusta ei ole saatu selville, sillä tutkimusalueet ovat voineet olla kalliimpia jo ennen raitiotiehanketta. Tutkimuksessa on otettu huomioon alueellisia muuttujia, mutta alueellista korrelaatiota ei ole saatu *bufferin* sisällä kontrolloitua tarpeeksi hyvin, mikä on havaittavissa mm. parvekkeen negatiivisessa hintavaikutuksessa. Lisäksi *Bufferi* muuttujan heikkous on, että tutkittavia raitiotiepysäkkejä on monta. Hintavaikutus ei välttämättä ole sama jokaisen pysäkin vaikutusalueella, jolloin tutkimus antaa ainoastaan keskimääräisen hintapreemion raitiotiepysäkkien

vaikutusalueilta. Pysäkkikohtaiset erot voivat olla hyvinkin poikkeavia, minkä vuoksi tarkempi alueellinen tutkiminen olisi hyödyllistä. Lisäksi monet kohteet osuvat usean bufferin alueelle, mikä tulisi ottaa huomioon tutkimuksessa.

Tutkimuksen tulisi sisältää tarkempaa mallidiagnostiikan, sovitteiden, virhetermien klusteroinnin ja jäännöstermien tulkintaa. Lisäksi työn tulisi sisältää robustisuustarkastelu, jolla saataisiin mitattua ovatko raitiotiepysäkkien vaikutusalueet olleet aina kalliimpia. Tutkimusta voisi parantaa myös mallin muuttujien parhaimman muodon valinnan osalta. Malliin kannattaisi aina valita arvot, joiden *Kurtosis* ja *Vinous* arvot ovat lähempänä nollaa, eli normaalijakaumaa. Tässä tutkimuksessa *etäisyys keskustasta* muuttujan arvona käytettiin logaritmin arvoa, vaikka kyseinen arvo oli kauempana nolasta. Tähän valintaan päädyttiin siksi, että samojen arvojen käyttö helpotti tutkimuksen tulosten tulkintaa. Tutkimusta olisi myös voitu parantaa tutkimalla tarkemmin poikkeavia havaintoja ja poistamalla ne aineistosta. Malliin olisi voitu sisältää myös useampia muuttujia, jotta selitysaste olisi ollut suurempi. Lisäksi malli olisi voinut sisältää useampia etäisyyttä mittaavia muuttujia.

Tutkimuksen suurin ongelma on, että se ei identifioi raitiotien hintavaikutusta. Tutkimus antaa tuloksen, jonka mukaan raitiotiepysäkkien 800 metrin vaikutusalueella sijaitsevat asunnot ovat 2,8 % kalliimpia verrattuna alueen ulkopuolella oleviin asuntoihin. Korkeammat hinnat eivät kuitenkaan välttämättä johdu raitiotiestä. Lisäksi pysäkkikohtaiset erot voivat vaihdella suuresti. Tutkimuksen laadun ja luotettavuuden on katsottu olevaan riittävä mittaamaan raitiotiepysäkkien vaikutusalueella olevien asuntojen korkeampaa hintatasoa, mutta tulokset eivät onnistu todistamaan, että asunnot olisivat kalliimpia raitiotien vuoksi. Tutkimus ei siis löytänyt raitiotien yksittäistä hintavaikutusta.

Vaikka PNS-mallin tulokset muuttujien hintavaikutuksista vaikuttavat luotettavilta, malli ei pystynyt todistamaan kausaliteettia asuntojen hintojen ja raitiotien välillä. Jatkotutkimukselle on tarvetta, sillä raitiotien hintavaikutusta ei saatu mitattua tarpeeksi kattavasti ja luotettavasti. Jatkotutkimukselle on tarvetta myös liikennehankkeen valmistumisen jälkeen, sillä ideaalisesti liikennehankkeiden hintavaikutusta mittaavissa tutkimuksissa aineiston tulisi kattaa kauppahintoja ennen rakennuspäätöstä, heti liikennöinnin alkamisen jälkeen ja pitkäaikaisen operoinnin jälkeen (Banister & Thurstain-Goodwin 2011). Jatkotutkimus olisi hyödyllistä tehdä esimerkiksi muutaman vuoden kuluttua liikennöinnin alkamisesta. Lisäksi tarkempi alueellinen tarkastelu olisi hyödyllistä, sillä raitiotie vaikuttaa todennäköisesti suuremmin mm. Hervannan alueen hintoihin, jolla on suhteellisesti suurempi saavutettavuushyöty verrattuna keskustan asuntoihin.

Liikennehankkeiden vaikutus asuntojen hintoihin on tärkeä ja kiinnostava aihe, jota on tarpeen tutkia myös tulevaisuudessa. Tilastollisista analyyseista saadut tulokset ovat erittäin tärkeitä selittämään asuntojen hintojen muodostumista ja hintatekijöiden vaikutusta. Aihe on kiinnostava ja ajankohtainen monille ihmisille, sillä suuri osa suomalaisista sijoittaa ja/tai omistaa asunnon tai asuntoja. Raitiotien hintavaikutus alueen asuntoihin on kiinnostava ilmiö, sillä sen vaikutus voi muuttua hankkeen eri vaiheissa ja valmistumisen jälkeen. Liikennehankkeen rakennusvaiheessa ihmiset eivät välttämättä halua asua meluisilla rakennusalueilla, mutta toisaalta esim. sijoittajat saattavat investoida liikennehankkeen vaikutuspiirissä oleviin asuntoihin jo paljon ennen liikennöinnin alkamista asuntojen nousvien hintaodotusten vuoksi. Liikennehankkeita myös usein kehitetään ja laajennetaan uusille alueille, mikä tekee liikennehanketutkimukset mahdollisesti ajankohtaiseksi myös myöhemmin.

Lähdeluettelo

- Abelson, P. & Joyeux, R. & Milunovich, G. & Chung, D. 2005. Explaining House Prices in Australia: 1970-2003. [Verkkoaineisto]. The Economic Society of Australia. The Economic Record, Vol. 81, No. 255, August, 2005, S96-S103. [Viitattu 20.4.2018]. ISSN 0013-0249.
- Adair, A. & McGreal, S. & Smyth, A. & Cooper, J. & Ryley, T. 2000. House Prices and Accessibility: The Testing of Relationships within the Belfast Urban Area. [Verkkoaineisto]. Housing Studies Vol. 15. s. 699–719. [Viitattu 21.4.2018]. DOI: 10.1080/02673030050134565.
- Adkins, L. C. 2011. Using gretl for Principles of Econometrics, 4th Edition Version 1.0. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 8.10.2018]. Saatavissa: https://spu.fem.uniag.sk/cvicenia/ksov/obtulovic/EKONOMETRIA/using_gretl_for_POE4.pdf.
- Adkins, L. C. & Waters, M. S. & Hill, C. R. 2015. Collinearity Diagnostics in gretl. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 8.10.2018]. Saatavissa: https://learneconometrics.com/pdf/Collin/collin_gretl.pdf.
- Agostini, C. A. & Palmucci, G. 2008. The Anticipated Capitalization Effect of a New Metro Line on Housing Prices. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 4.5.2018].
- Ahlfeldt, G. M. & Nitsch, V. & Wendland, N. 2016. Ease vs. noise: on the conflicting effects of transportation infrastructure. [Verkkoaineisto]. CESifo Working Paper Series 6058. [Viitattu 4.5.2018]. ISSN 2364-1428.
- Ahlqvist, K. 2014. Palvelut ovat merkittävä osa kotitalouksien kulutusta. [Verkkoaineisto] Hyvinvointikatsaus 4/2014 – Teema: Kulutus. Tilastokeskus. Päivitetty 23.2.2015. [Viitattu 8.5.2018]. Saatavissa: https://www.stat.fi/artikkelit/2014/art_2014-12-08_008.html?s=0.
- Alku, A. 2007. Mennäänkö metrolla? Joukkoliikenteen uusi aika. Helsinki, Suomi: Suomenmaa yhtiöt Oy. 141 s. ISBN 978-952-99885-0-1.
- Andersson, D. E. & Shyr, O. F. & Fu, J. 2010. Does high-speed rail accessibility influence residential property prices? Hedonic estimates from southern Taiwan. [Verkkoaineisto]. Journal of Transport Geography 18 (2010) 166–174. [Viitattu 4.3.2018]. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2008.10.012.
- Andersson, M. & Dehlin, F. & Jörgensen, P. & Pädam, S. 2015. Wider Economic Impacts of Accessibility – a Literature Survey. [Verkkodokumentti]. Centre for Transport Studies SE-100 44 Stockholm. CTS Working Paper 2015:14. [Viitattu 8.5.2018.] Saatavissa: https://www.trafikverket.se/contentassets/773857bcf506430a880a79f76195a080/forskning_sresultat/cts2015_14_rad_48.pdf.
- Banister, D. 2007. Quantification of the non-transport benefits resulting from rail investment. [Verkkodokumentti]. Working paper N. 1029. Transport Studies Unit Oxford Uni-

versity Centre for the Environment. [Viitattu 8.5.2018] Saatavissa:
<https://www.tsu.ox.ac.uk/pubs/1029-banister.pdf>.

Banister, D. & Thurstain-Goodwin, M. 2011. Quantification of the non-transport benefits resulting from rail investment. [Verkkoaineisto]. *Journal of Transport Geography* 19 (2011) 212–223. [Viitattu 8.5.2018]. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2010.05.001.

Bartholomew, K. & Ewing, R. 2011. Hedonic Price Effects of Pedestrian- and Transit-Oriented Development. [Verkkoaineisto]. *Journal of Planning Literature* 26(1) 18-34. [Viitattu 15.5.2018]. DOI: 10.1177/0885412210386540.

Becker, S. & Bernstein, S. & Young, L. 2013. The New Real Estate Mantra - Location Near Public Transportation. [Verkkoaineisto]. American Public Transportation Association & National Association of Realtors. [Viitattu 24.4.2018]. Saatavissa:
<http://www.apta.com/resources/statistics/Documents/NewRealEstateMantra.pdf>.

Bertrand, M. & Duflo, E. & Mullainathan, S. 2004. How much should we trust difference-in-difference estimates? [Verkkoaineisto]. *The Quarterly Journal of Economics*, Volume 119, Issue 1, 1 February 2004, Pages 249–275. [Viitattu 1.9.2018]. DOI:
<https://doi.org/10.1162/003355304772839588>.

Bowes, D. R. & Ihlanfeldt, K. R. 2001. Identifying the Impacts of Rail Transit Stations on Residential Property Values. [Verkkoaineisto]. *Journal of Urban Economics* 50, 1-25 (2001). [Viitattu 8.5.2018]. DOI:10.1006/juec.2001.2214.

Brooks, C. 2008. *Introductory Econometrics for Finance*. Second edition. [Verkkoaineisto]. Cambridge University Press. [Viitattu 6.8.2018]. ISBN-13 978-0-511-39848-3.

Camins-Esakov, J. & Vandergrift, D. 2018. Impact of a light rail extension on residential property values. [Verkkoaineisto]. *Research in Transportation Economics* 67 (2018) 11-18. [Viitattu 12.7.2018]. DOI: 10.1016/j.retrec.2017.04.004.

Cao, X. & Porter-Nelson, D. 2016. Real estate development in anticipation of the Green Line light rail transit in St. Paul. [Verkkoaineisto]. *Transport Policy* 51 (2016) 24–32. [Viitattu 15.5.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.007>.

Catella. 2018. Catellan Markkinakatsaus, kevät 2018. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 16.5.2018].

Cellmer, R. & Senetra, A. & Szczepanska, A. 2012. The Effect of Environmental Factors on Property Value. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 5.7.2018]. Saatavissa:
https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2012/papers/ts06h/TS06H_cellmer_senetra_et_al_5748.pdf.

Chin, T. L. & Chau, K. W. 2003. A critical review of literature on the hedonic price model. [Verkkoaineisto]. *International Journal for Housing and Its Applications* 27 (2), 145-165. [Viitattu 12.4.2018]. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2073594>.

- Dubé, J. & Thériault, M. & Des Rosiers, F. 2013. Commuter rail accessibility and house values: The case of the Montreal South Shore, Canada, 1992–2009. [Verkkoaineisto] Transportation Research Part A 54 (2013) 49–66. [Viitattu 15.5.2018] DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.07.015>.
- Duncan, M. 2011. The synergistic influence of light rail stations and zoning on home prices. [Verkkoaineisto]. Environment and Planning A 2011, volume 43, pages 2125 – 2142. Department of Geography and Earth Sciences, University of North Carolina at Charlotte. [Viitattu 15.5.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1068/a43406>.
- Efthymiou, D. & Antoniou, C. 2013. How do transport infrastructure and policies affect house prices and rents? Evidence from Athens, Greece. [Verkkoaineisto]. Transportation Research Part A 52 (2013) 1–22. [Viitattu: 17.5.2018] DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.04.002>.
- El-Geneidy, A. M. & Levinson, D. M. 2006. Access to Destinations: Development of Accessibility Measures. Minnesota Department of Transportation. [Viitattu 17.5.2018]. Saatavissa: <https://www.lrrb.org/pdf/200616.pdf>.
- ESKV. 2017. Mitkä tekijät vaikuttavat asuntosi hintaan? [Verkkoartikkeli]. Julkaistu 3.7.2017. [Viitattu 24.7.2018]. Saatavissa: <http://www.eskv.info/mitka-tekijat-vaikuttavat-asuntosi-hintaa/>.
- Gadziński, J. & Radzimski, A. 2016. The first rapid tram line in Poland: How has it affected travel behaviours, housing choices and satisfaction, and apartment prices? [Verkkoaineisto]. Journal of Transport Geography 54 (2016) 451–463. [Viitattu 12.7.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.11.001>.
- Garg, A. Statistical Methods for Estimating House Price Index. [Verkkoaineisto]. Journal of Business & Financial Affairs. [Viitattu 2.7.2018]. DOI: 10.4172/2167-0234.1000231. Saatavissa: <https://www.omicsonline.org/open-access/statistical-methods-for-estimating-house-price-index-2167-0234-1000231.pdf>.
- Goodwin, K. 2017. Location: Physical and Environmental Factors in Real Estate. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 6.5.2018]. Saatavissa: <https://www.propertymetrics.com/blog/2017/12/12/location-physical-and-environmental-factors-in-real-estate/>.
- Gretl. 2018. Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library. [Verkkosivu]. Päivitetty 3.9.2018. [Viitattu 10.10.2018] Saatavissa: <http://gretl.sourceforge.net/>.
- Harju, J. 2017. 2017. Ratikka nostaa asuntojen hintoja reitin varrella Tampereella - Välittäjät uskovat ainakin muutaman prosentin nousuun. [Verkkoartikkeli]. Helsingin Sanomat. Julkaistu 8.10.2017. [Viitattu 5.4.2018]. Saatavissa: <https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000005400509.html>.
- Harjunen, O. 2018. Metro investment and the housing market anticipation effect. [Verkkoaineisto]. Työpapereita 2018:2. Helsingin kaupunki. [Viitattu 1.3.2018]. Saatavissa: https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/julkaisut/pdf/18_01_25_tyopapereita_02_Harjunen.pdf

- Heikkilä, T. 2014. Muuttujien väliset riippuvuudet – esimerkkejä. [Verkkoaineisto]. Edita Publishing Oy 2014. [Viitattu 6.5.2018]. Saatavissa: <http://www.tilastollinentutkimus.fi/5.SPSS/Riippuvuudet.pdf>
- Herath, S. & Maier, G. 2010. A Framework For Analysing House Prices Using Time, Space And Quality Criteria. [Verkkoaineisto]. Proceedings of the 17th Annual European Real Estate Society Conference (pp. 1-22). [Viitattu 22.6.2018]. Saatavissa: <https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.fi/&httpsredir=1&article=2132&context=buspapers>.
- Holappa, V. & Huovari, J. & Karikallio, H. & Lahtinen, M. 2015. Alueellisten asunto-markkinoiden kehitys vuoteen 2017. [Verkkoaineisto] PTT työpapereita 169. Pellervon taloustutkimus PTT. [Viitattu 30.4.2018]. ISBN 978-952-224-168-9 (pdf) ISSN 1796-4784 (pdf). Saatavissa: <http://www.ptt.fi/media/wp/tp169.pdf>.
- Huoneistokeskus. 2018. Välittäjä kertoo: nämä asiat vaikuttavat asunnon hintaan. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 5.9.2018]. Saatavissa: <https://www.huoneistokeskus.fi/ideoita-asumiseen/valittaja-kertoo-nama-asiat-vaikuttavat-asunnon-hintaan>.
- Hutcheson, G. D. 2011. Ordinary Least-Squares Regression. [Verkkoaineisto] The SAGE Dictionary of Quantitative Management Research. Pages 224-228. [Viitattu 10.10.2018]. Saatavissa: [https://datajobs.com/data-science-repo/OLS-Regression-\[GD-Hutcheson\].pdf](https://datajobs.com/data-science-repo/OLS-Regression-[GD-Hutcheson].pdf)
- Jantunen, P. 2017. Täydennysrakentamisen vaikutus ympäröivien asuntojen hintoihin. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. 67 s.
- Joutsiniemi, J. 2011. West Metro's effect on housing prices. Gradu. Aalto-yliopisto, Kaupakorkeakoulu, rahoituksen laitos. 84 s.
- Kajova, M. 2015. Access to public transport and housing prices: the case of a metro line extension in the Helsinki region. Gradu. Aalto-yliopisto, Taloustieteen laitos. Helsinki. 84 s.
- Kiel, K. & Zabel, J. 2007. Location, location, location: The 3L Approach to house price determination. [Verkkoaineisto]. Journal of Housing Economics 17 (2008) 175–190. [Viitattu 10.4.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2007.12.002>.
- Kimmons, J. 2018. Comparative Market Analysis in Real Estate. [Verkkoartikkeli]. Päivitetty 4.6.2018. [Viitattu 5.6.2018]. Saatavissa: <https://www.thebalancesmb.com/comparative-market-analysis-in-real-estate-2866366>.
- KTI. 2018. The Finnish Property Market 2018. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 23.4.2018]. Saatavissa: https://kti.fi/wp-content/uploads/The-Finnish-Property-Market-2018_web.pdf.
- KvantiMOTV. 2003a. Regressioanalyysin rajoitteet. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 4.5.2018]. Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/regressio/rajoitteet.html>.

KvantiMOTV 2003b. Hypoteesien testaus. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 4.5.2018]. Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/hypoteesi/testaus.html>

KvantiMOTV. 2008. Regressioanalyysi. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 4.5.2018]. Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/regressio/analyysi.html>

KvantiMOTV. 2013. Hierarkkinen lineaarinen regressioanalyysi. [Verkkoaineisto] [Viitattu 8.7.2018]. Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/hierarkkinen-lineaarinen-regressio/analyysi.html>.

Laakso, S. 1986. Metro ja kaupunkirakenne. Helsingin metron vaikutus asuntojen hintoihin ja toimistotilojen vuoriin. Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto yleiskaavaosasto. Julkaisu YB:17/86. 35+27 sivua. ISBN 951-771-647-8.

Laakso, S. 1991. Metro ja kaupunkirakenne seurantatutkimus. Helsingin kaupungin suunnitteluviraston julkaisuja 1991:6. 64+6 sivua. ISBN 951-772-136-6.

Laakso, S. 1997. Urban Housing Prices and the Demand for Housing Characteristics. Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen julkaisuja A27. Tampere. Tammer-Paino Oy. 275 s. ISBN 951-628-260-1.

Laakso, S. 2015. Maankäyttö, liikenne ja asuntojen hinnat - Saavutettavuuden ja yhdyskuntarakenteen vaikutuksista asuntojen hintaan ja maankäytön tehokkuuteen. [Verkkoaineisto] Helsingin seudun liikenne. Helsingin seudun MAL-neuvottelukunta 06/2015. [Viitattu 24.4.2018]. Saatavissa: https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/mal_tal_vaik_raportti_sl_2015_05_v2.pdf.

Laakso, S. & Kostiainen, E. & Metsäranta, H. 2016a. Liikennehankkeiden laajemmat taloudelliset vaikutukset. Esiselvitys. [Verkkoaineisto]. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2016. Liikennevirasto. [Viitattu 8.5.2018]. ISSN-L 1798-6656 ISSN 1798-6664 ISBN 978-952-317-299-9. Saatavissa: https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2016-38_liikennehankkeiden_laajemmat_web.pdf.

Laakso, S. & Kostiainen, E. & Metsäranta, H. 2016b. Liikennehankkeiden laajemmat taloudelliset vaikutukset. [Verkkoaineisto]. Kansantaloudellinen aikakauskirja – 112. vsk. – 4/2016. [Viitattu 10.4.2018] Saatavissa: http://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/wp-content/uploads/2016/12/kak-4_2016-laakso-ym.pdf.

Laakso, S. & Loikkanen, H. A. 2004. Kaupunkitalous. Johdatus kaupungistumiseen, kaupunkien maankäyttöön sekä yritysten ja kotitalouksien sijoittumiseen. Helsinki: Gaudeamus Oy. 472 s. ISBN 951-662-893-1.

Laine, S. Raideliikennehankkeiden vaikutus asuntojen markkina-arvoon – Tapaus: Kehäraita. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo. 100+17 s.

Larinkoski, A. 2016. Impact of train station proximity on apartment prices in Helsinki. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo. 98+34 s.

Lechner, M. 2010. The Estimation of Causal Effects by Difference-in-Difference Methods. [Verkkoaineisto]. Foundations and Trends in Econometrics Vol. 4, No. 3 (2010) 165–224. [Viitattu 6.9.2018]. DOI: 10.1561/08000000014.

Lehtonen, O. Johdatus geospaatialiseen tutkimukseen. [Verkkoaineisto] Historia- ja maantieteiden laitos. Itä-Suomen yliopisto. [Viitattu 4.6.2018]. Saatavissa: https://www2.uef.fi/documents/1336630/1336643/Lehtonen_150312.pdf/7a32ffd9-427d-4a5c-8652-3214a5677618.

Läärä, E. 2017. Johdatus regressio- ja varianssianalyysiin, sl 2017 luvut 1-8 & alaluvut 9.1-9.3. [Verkkoaineisto] Oulun yliopiston matemaattisten tieteiden laitos. [Viitattu 23.7.2018].

Löchl, M. & Axhausen K.W. Modelling hedonic residential rents for land use and transport simulation while considering spatial effects. [Verkkoaineisto]. Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung, 5XX, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich. [Viitattu 15.8.2018]. DOI: 10.5198/jtlu.v3i2.117.

Lönnqvist, H. 2015. On the effects of urban natural amenities, Architectural quality and accessibility to workplaces on housing prices. [Verkkoaineisto] Helsingin kaupungin tietokeskus. Tutkimuksia 2015:5. [Viitattu 17.4.2018]. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/19775/isbn9789523310186.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Mellin, I. 2006. Tilastolliset menetelmät: Lineaarinen regressioanalyysi. [Verkkoaineisto]. TKK. [Viitattu 14.6.2018]. Saatavissa: <https://math.aalto.fi/opetus/sovtoda/oppikirja/Reganal.pdf>.

Mellin, I. 2007. Tilastollinen päättely. [Verkkoaineisto]. TKK. [Viitattu 17.8.2018]. Saatavissa: http://math.tkk.fi/opetus/til_paattely/luennot/TilPAsyteor100.pdf.

Mohammad, S.I. & Graham, D.J. & Melo, P.C. & Anderson, R. J. 2013. A meta-analysis of the impact of rail projects on land and property values. [Verkkoaineisto]. Transportation Research Part A 50 (2013) 158–170. [Viitattu 2.7.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.01.013>

Mok, H. & Chan, P. & Cho, Y. 1995. A hedonic price model for private properties in Hong Kong. [Verkkoaineisto]. Journal of Real Estate Finance and Economics, 10: 37-48 (1995). [Viitattu 4.5.2018].

Mulley, C. 2018. What do we know about value uplift and what sort of uplift do we see in Australia? [Verkkoaineisto]. The University of Sydney. [Viitattu 12.6.2018]. Saatavissa: http://sydney.edu.au/business/___data/assets/pdf_file/0019/301708/Uplift_International_and_Australia.pdf.

Mulley, C. & Liang, M. & Clifton, G. & Yen, B. & Burke, M. 2016. Residential property value impacts of proximity to transport infrastructure: An investigation of bus rapid transit and heavy rail networks in Brisbane, Australia. [Verkkoaineisto]. Journal of Transport Ge-

ography 54 (2016) 41–52. [Viitattu: 9.4.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.011>

Mulley, C. & Tsai, C. 2016. When and how much does new transport infrastructure add to property values? Evidence from the bus rapid transit system in Sydney, Australia. [Verkkoaineisto]. Transport Policy 51 (2016) 15–23. [Viitattu 24.2.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.011>.

Mulley, C. & Tsai, C. & Ma, L. 2018. Does residential property price benefit from light rail in Sydney? [Verkkoaineisto]. Research in Transportation Economics 67 (2018) 3–10. [Viitattu 4.7.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2016.11.002>.

Newsec. 2018. Newsecin Kiinteistömarkkinakatsaus kevät 2018. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 5.5.2018].

Nummela, A. 2015. Tapiolan metroaseman ja länsimetron vaikutus ympäröivään liiketoimintaympäristöön ja arvonmuodotukseen. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo. 69+2 s.

Nyblom, J. 2015. Yleistetyt lineaariset mallit. [Verkkoaineisto]. Jyväskylän yliopisto. matematiikan ja tilastotieteen laitos. [Viitattu 13.9.2018]. Saatavissa: <http://users.jyu.fi/~junyblom/JTMprujub.pdf>.

Oikarinen, E. 2011. Asuntohintojen kansantaloudelliset vaikutukset. [Verkkojulkaisu]. Kansantaloudellinen aikakauskirja – 107. vsk. – 2/2011. [Viitattu 10.4.2018]. Saatavissa: <http://taloustieteellinenyhdistys.fi/images/stories/kak/KAK22011/kak22011oikarinen.pdf>.

Oikarinen, E. 2015. Asuntotarjonnan hintajouston alueelliset erot. [Verkkoaineisto]. Kansantaloudellinen aikakauskirja – 111. vsk. – 4/2015. [Viitattu 30.4.2018]. Saatavissa: <http://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/wp-content/uploads/2015/12/oikarinen.pdf>.

O’Sullivan, S. & Morrall, J. 1996. Walking Distances to and from Light-Rail Transit Stations. [Verkkoaineisto]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board 1538(1):19–26. [Viitattu 24.5.2018]. Saatavissa: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0361198196153800103>.

Pagliara, F. & Papa, E. Urban rail systems investments: an analysis of the impacts on property values and residents’ location. [Verkkoaineisto]. Journal of Transport Geography 19 (2011) 200–211. [Viitattu 14.11.2018]. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2010.02.006.

Palkén, A. 2018. 7 asiaa, jotka asuntosijoittajan kannattaa huomioida vuonna 2018. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 23.4.2018]. Saatavissa: <https://www.linkedin.com/pulse/7-asiaa-jotka-asuntosijoittajan-kannattaa-huomioida-vuonna-palk%C3%A9n/>.

Papon, F. & Nguyen-Luong, D. & Boucq, E. Should any new light rail line provide real estate gains, or not? The case of the T3 line in Paris. [Verkkoaineisto]. Research in Transportation Economics 49 (2015) 43–54. [Viitattu 6.6.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2015.04.005>

Peltola, R. & Väänänen, J. 2007. Asuntotontin hinta. Maanmittauslaitoksen julkaisuja nro 105. Maanmittauslaitos – Tietoa maasta.

Peltomäki, O. 2017. Länsimetron vaikutukset tulevien asemaympäristöjen kerrostaloasuntojen kauppahintoihin ja väestönrakenteeseen ennen metron valmistumista. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo. 99+28 s.

Petersen, M. A. 2008. Estimating Standard Errors in Finance Panel Data Sets: Comparing Approaches. [Verkkoaineisto]. Oxford University Press. [Viitattu 19.11.2018]. DOI:10.1093/rfs/hhn053

PTT. 2017. Asuntomarkkinat 2017 - Teema: Pienten asuntojen markkinat. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 6.7.2018]. Saatavissa: <http://www.ptt.fi/ajankohtaista/uutiset/asuntomarkkinat-2017-teema-pienten-asuntojen-markkinat.html>.

Puumalainen, K. Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät. Luento 6. Lineaarinen regressio-analyysi II. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 3.11.2018]. Saatavissa: <https://slideplayer.fi/slide/2013296/>.

Raitiotieallianssi. 2018. Tampereen raitiotie. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 3.5.2018]. Saatavissa: https://raitiotieallianssi.fi/wp-content/uploads/2018/02/reittikartta_201802.jpg

Rakli. 2014. Kiinteistöalan yhteiskunnallinen ja kansantaloudellinen merkitys. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 17.5.2018]. Saatavissa: <https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteist%C3%B6alan-yhteiskunnallinen-ja-kansantaloudellinen-merkitys-2014.pdf>.

Rekola, M. 2015. Hedonisten hintojen menetelmä –perusajatus. [Videotiedosto]. Saatavissa: <https://www.helsinki.fi/fi/unitube/video/62a47d16-0ef5-4d86-a475-7ddb0deb3>.

Suomen virallinen tilasto. 2017. Asunnot ja asuinolot. 2016, yleiskatsaus. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 30.4.2018]. ISSN 1798-6745 (pdf). Saatavissa: https://www.stat.fi/til/asas/2016/01/asas_2016_01_2017-10-11_fi.pdf.

Suomen vuokranantajat. 2018. Arvonnousu. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 12.8.2018]. <https://vuokranantajat.fi/asuntosijoittaminen/sijoitusstrategia/arvonnousu/>.

Talouselämä. 2015. Hissi, sauna, merinäköala... IS: Näin eri ominaisuudet vaikuttavat asunnon hintaan. [Verkkoartikkeli]. Julkaistu 26.3.2015. [Viitattu 2.8.2018]. Saatavissa: <https://www.talouselama.fi/uutiset/hissi-sauna-merinakoala-is-nain-eri-ominaisuudet-vaikuttavat-asunnon-hintaan/2a88d7be-a1e9-3a0f-96b7-275c47a9d3b3>.

Tampereen Karttapalvelu Oskari. [Verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://kartat.tampere.fi/oskari>.

Tampereen kaupunki. 2016a. Raitiotien toteutussuunnitelma, kustannusarvio ja vaikutusten arviointi valmistuivat. [Verkkoartikkeli]. Teksti: Anna-Leea Hyry. Julkaistu 5.9.2016. [Viitattu 3.4.2018] Saatavissa: https://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/ajankohtaista/tiedotteet/2016/09/05092016_2.html.

Tampereen kaupunki. 2016b. Tampereen raitiotie. Tiivistelmä raitiotien toteutussuunnitelmasta ja vaikutusten arvioinnista. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 6.5.2018]. Saatavissa: https://www.tampere.fi/tiedostot/t/bAf9Ql4N1/tampereen_raitiotie_tiivistelma.pdf.

Tampereen kaupunki. 2016c. Tampereen raitiotien toteutussuunnitelma - Suunnitelmaselostus osalle 1: Hervanta–keskusta–Tays 2016. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 5.5.2018]. ISSN 1797-321X, ISBN 978-951-609-837-4. Saatavissa: https://www.tampere.fi/tiedostot/t/xOxdPt2ot/Raitiotieallianssi_toteutussuunnitelma_osa1_20160905.pdf.

Tampereen kaupunki. 2017. Raitiotien kehitysohjelman tilannekatsaus. [Verkkoaineisto]. Ville-Mikael Tuominen. Julkaistu 21.8.2017. [Viitattu 17.5.2018]. Esitys ladattavissa: [http://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginhallitus/Kokous_2182017/Raitiotien_kehitysohjelman_tilannekatsau\(33182\)](http://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginhallitus/Kokous_2182017/Raitiotien_kehitysohjelman_tilannekatsau(33182)).

Tampereen kaupunki. 2018a. Hankkeen eteneminen ja aikataulu. [Verkkoaineisto]. Päivitetty 24.8.2018. [Viitattu 23.5.2018]. Saatavissa: <https://www.tampere.fi/liikenne-ja-kadut/liikenne-ja-katusuunnittelu/raitiotie/hankkeen-eteneminen-ja-aikataulu.html#hankkeenkokonaistilanne>.

Tampereen kaupunki. 2018b. Suunnitelmat ja selvitykset. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 16.4.2018]. Saatavissa: <https://www.tampere.fi/liikenne-ja-kadut/liikenne-ja-katusuunnittelu/raitiotie/suunnitelmat-ja-selvitykset.html#toteutussuunnitelma>.

Tampereen raitiotie Oy. 2018. Vuosikertomus 2017. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 4.6.2018]. Saatavissa: <https://tampereenratikka.fi/wp-content/uploads/2018/05/Tampereen-Raitiotie-Oy-vuosikertomus-2017.pdf>.

Tampereen Ratikka. 2018. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.4.2018]. Saatavissa: <https://www.tampereenratikka.fi/>.

Tilastokeskus 2017. Asuntokunta muuttujina Alue, Hallintaperuste, Asuntokunnan koko, Tiedot ja Vuosi. [Verkkoaineisto]. Tilasto päivitetty 11.1.2017. [Viitattu 22.7.2018]. Saatavissa: https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__asas/statfin_asas_pxt_005.px/?rxid=444223df-f91c-4479-891f-5dcd50b983d2.

Tilastokeskus. 2018a. Osakeasuntojen hinnat. Vanhojen osakeasuntojen kauppojen lukumäärät ja keskihinnat, vuosittain, 2010-, 2010-2017. [Verkkoaineisto]. Tilasto päivitetty 21.5.2018. [Viitattu 22.7.2018]. Saatavissa: http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__ashi__vv/statfin_ashi_pxt_112s.px/?rxid=899121ff-76c9-465c-8908-45e66489586c.

Tilastokeskus. 2018b. Kuntien avainluvut. [Verkkoaineisto]. Tilasto päivitetty 14.6.2018. [Viitattu 22.7.2018]. Aineisto saatavissa:

https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Kuntien_avainluvut/Kuntien_avainluvut_2018/kuntien_avainluvut_2018_aikasarja.px/?rxid=444223df-f91c-4479-891f-5dcd50b983d2.

Tilastokeskus. 2018c. Osakeasuntojen hinnat. Vanhojen osakeasuntojen kauppojen lukumäärät ja keskihinnat, neljännesvuosittain muuttujina Alue, Talotyyppi, Huoneluuku, Vuosineljännes ja Tiedot. [Verkkoaineisto]. Tilasto päivitetty 31.7.2018. [Viitattu 22.7.2018]. Aineisto saatavissa:

https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__ashi__nj/statfin_ashi_pxt_112r.px/?rxid=cff515b2-3e9e-4c4c-b5d3-49360bec54ea.

Tilastokeskus. 2018d. Osakeasuntojen hinnat. Vanhojen osakeasuntojen hintaindeksit, (1970=100, 1983=100, 2000=100, 2005=100, 2010=100) muuttujina Alue, Talotyyppi, Huoneluuku, Vuosineljännes ja Tiedot. [Verkkoaineisto]. Tilasto päivitetty 10.8.2018. [Viitattu 25.7.2018]. Aineisto saatavissa:

https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__ashi__nj/statfin_ashi_pxt_112t.px/?rxid=cff515b2-3e9e-4c4c-b5d3-49360bec54ea.

Tuominen, H. 2014. Länsimetron rakentamisen vaikutukset asuinhuoneistojen arvoon. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo. 64 s.

Wagner, G. A. & Komarek, T. & Martin, J. Is the light rail “Tide” lifting property values? Evidence from Hampton Roads, VA. [Verkkoaineisto]. *Regional Science and Urban Economics* 65 (2017) 25-37. [Viitattu 8.6.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2017.03.008>

Walker, J. L. 2001. Extended Discrete Choice Models: Integrated Framework, Flexible Error Structures, and Latent Variables. [Verkkoaineisto]. Massachusetts Institute of Technology. [Viitattu 15.10.2018]. Saatavissa: <https://its.mit.edu/sites/default/files/documents/WalkerPhD.pdf>.

Valtonen, E. Aalto-yliopiston luento kurssilla Urban Economics for Real Estate 10.11.2016. Hedonic regression - Building the model.

Wardrip, K. 2011. Public Transit’s Impact on Housing Costs: A Review of the Literature. [Verkkoaineisto]. Center for Housing Policy. [Viitattu 24.4.2018]. Saatavissa: <http://www.reconnectingamerica.org/assets/Uploads/TransitImpactonHsgCostsfinal-Aug1020111.pdf>.

Wibowo, S. & Olszewski, P. 2005. Modeling walking accessibility to public transport terminals: case study of Singapore mass rapid transit. [Verkkoaineisto]. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6, pp. 147 - 156, 2005. [Viitattu 18.5.2018]. DOI: 10.11175/easts.6.147.

Vilkkumaa & Kuusinen. Regressioanalyysi. Systeemianalyysin laboratorio. {Verkkoaineisto}. Aalto-yliopiston luentomateriaalit kurssilla MS-C2103 - Koesuunnittelu ja tilastolliset mallit. Luento 6. [Viitattu 3.6.2018].

Vuori, L. & Karakallio, H. 2018. Asuntomarkkinat 2018 - ennuste. [Verkkoartikkeli]. PTT-ennuste: Asuntomarkkinaennuste 2018. Julkaistu 12.1.2018. [Viitattu 14.6.2018]. ISSN 1799-9340. Saatavissa: <http://www.ptt.fi/ennusteet/kansantalous-ja-asuntomarkkinat/asuntomarkkinat-2018-ennuste.html>.

Zhang, M. & Meng, X. & Wang, L. & Xu, T. 2014. Transit development shaping urbanization: Evidence from the housing market in Beijing. [Verkkojulkaisu]. Habitat International 44 (2014) 545-554. [Viitattu 12.7.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.10.012>.

Zhong, H. & Li, W. 2016. Rail transit investment and property values: An old tale retold. [Verkkoaineisto]. Transport Policy 51 (2016) 33–48. [Viitattu: 17.5.2018]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.05.007>.

Zietz, J. & Zietz, E. N. & Sirmans, S. G. 2007 Determinants of House Prices: A Quantile Regression Approach. [Verkkoaineisto]. The Journal of Real Estate Finance and Economics. February 2008. [Viitattu 13.5.2018]. DOI: 10.1007/s11146-007-9053-7.

Yiu, C. Y. & Wong, S. K. 2005. The Effects of Expected Transport Improvements on Housing Prices. [Verkkoaineisto]. Urban Studies, Vol. 42, No. 1, 113– 125, January 2005. [Viitattu 13.5.2018]. DOI: 10.1080=0042098042000309720.

YLE. 2016a. Tampereen raitiotien hinta nousi 283 miljoonaan. [Verkkoartikkeli]. Kirjoittaja: Heli Mansikka. Julkaistu 5.9.2016. Päivitetty 8.9.2016. [Viitattu 8.5.2018]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9143804>.

YLE 2016b. Ratikan puolesta liputtavat ne yritykset, jotka siitä hyötyvät. [Verkkoartikkeli]. Kirjoittaja: Riikka Nurmi. Julkaistu 29.6.2016. Päivitetty 5.8.2016. [Viitattu 5.5.2018]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-8990909>.

YLE. 2016c. Tampereen raitiotiehankkeen projektipäällikkö: "Kyllä päätöksenteon ainekset ovat jo kasassa". [Verkkoartikkeli]. Kirjoittaja: Anne Heino. Julkaistu 25.10.2016. Päivitetty 7.11.2016. [Viitattu 6.5.2018]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9250040>.

YLE. 2016d. Moni ratikan kannattajakin puolusti tuumaustaukoa – lisää tietoa kaivataan sähköbussista. [Verkkoartikkeli]. Kirjoittaja: Heli Mansikka. Julkaistu 25.10.2016. [Viitattu 8.5.2018]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9249619>.

Ympäristöhallinto. 2016. Kiinteistöjen arvon tekijät ja niiden säilyttäminen. [Verkkoaineisto] Julkaistu 30.6.2016. Päivitetty 21.11.2016. [Viitattu 4.5.2018]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiöt/Suunnitelmallinen_kiinteistön_pito/Kiinteistön_pito_merkitys/Kiinteistöjen_arvo.